Numero 2015 -1/2016 - € 15.00

STRINGHE

RIVISTA DI DIVULGAZIONE SCIENTIFICO-CULTURALE DELL'UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA

FACCIA A FACCIA CON

FABIOLA GIANOTTI

"UNITI NEL NOME DELLA SCIENZA"

AL CERN UN MODELLO DI INTEGRAZIONE CULTURALE MESSAGGERO DI PACE NEL MONDO

NEL COSMO CON "THOR"

GLI SQUALI: MOSTRUOSE CREATURE O SENTINELLE DEL MARE?

LA MERAVIGLIOSA AVVENTURA DELLA "CARETTA CARETTA"

INVECCHIARE MEGLIO STRATEGIE PER UNA VITA PIU' LUNGA E IN SALUTE

PROTEGGERE I FARMACI DALLA LUCE

I LIMITI DELL' ELABORAZIONE COMPUTERIZZATA E LA QUESTIONE P=NP

LA METEOROLOGIA SPAZIALE

MANAGEMENT MODERNO E FORMAZIONE UMANISTICA

IL CANALONE DI OLBIA

"DAIMONIOS" IN PISTA DIVERTENDOSI

SUPPLEMENTO
DIETA MEDITERRANEA

editoriale

Cari lettori,

rieccoci! Ancora più motivati di sempre, per l'apprezzamento che ci arriva dal CERN di Ginevra, al cui neo direttore, Fabiola Gianotti, abbiamo dedicato il "faccia a faccia" di questo numero.

E' stato un piacere (benchè solo via Skype) incontrare la "lady" della fisica e sentirla parlare in maniera convinta dell'importanza che riveste la divulgazione scientifica: obiettivo a cui anche il CERN dovrà dedicare maggiore attenzione. Un impegno, che fa il paio con l'invito, rivoltoci dalla Gianotti, a continuare il nostro lavoro teso, tra l'altro, a rafforzare il rapporto tra l'Università della Calabria e il territorio.

E così, volentieri, aggiungiamo anche l'autorevole (e gratificante) sollecitazione del direttore del CERN a quelle ricevute nel tempo da Arnaldo Caruso, Umberto Veronesi, Umberto Scapagnini, Margherita Hack, Antonino Zichichi, e dal "principe" dei comunicatori scientifici, Piero Angela, perché Stringhe rafforzi la propria presenza tra le testate italiane di divulgazione scientifica.

Sono numerosi gli argomenti proposti in questo numero. Spaziano dagli squali, alle tartarughe, alla meteorologia e alle missioni spaziali, alla matematica, alle macchine da corsa (progettate e realizzate dagli studenti), alla prevenzione idrogeologica, alle possibili soluzioni per il gravissimo problema della carenza idrica, alla politica criminale nella "rete".

Temi, a nostro parere, molto interessanti che, in ogni caso, confermano il livello, la varietà e l'importanza dei risultati che i ricercatori dell'Università della Calabria ottengono, anche a livello internazionale.

Non possiamo dimenticare il supplemento, in italiano e inglese, dedicato alla Dieta mediterranea, che arricchisce ulteriormente la rivista. Realizzato in collaborazione con la Regione Calabria, raccoglie gli interventi della Conferenza internazionale sul tema: "La cultura del cibo mediterraneo nel mondo globalizzato", ospitata ad ExpoMilano2015 e alla quale il dipartimento di Farmacia e Scienze della Nutrizione e della Salute ha assicurato un significativo contributo.

Un'iniziativa che ha preceduto la Conferenza internazionale sulla Dieta mediterranea, organizzata il 25 novembre 2015 dallo stesso dipartimento dell'Unical, con il patrocinio della Commissione nazionale italiana per l'UNESCO. Un evento di particolare rilevanza, caratterizzato dalla presenza dell'ambientalista indiana Vandana Shiva e dei rappresentanti dei paesi del cosidetto dossier UNESCO (Italia, Grecia, Cipro, Croazia, Portogallo, Spagna, Malta), con i quali il nostro Ateneo e la Regione Calabria hanno sottoscritto un agreement finalizzato a valorizzare il patrimonio storico, culturale e salutistico rappresentato dalla Dieta mediterranea.

C'è spazio, infine, per sottolineare l'efficace lavoro di alcune scuole segnalate dall'Ufficio scolastico regionale, la cui preziosa collaborazione consente, in ogni numero della rivista, di mettere a fuoco le migliori esperienze educative della regione.

Buona lettura! (f.k.)

INDICE 2015 - 1/2016

3 Editoriale

9 Gli squali: mostri sanguinari o sentinelle marine?
Emilio Sperone

16 I limiti dell'elaborazione computerizzata e la questione P=NP
Gianluigi greco

24 La meravigliosa avventura della "Caretta Caretta"
Antonio T. Mingozzi

34 La metereologia spaziale: perchè dovremmo (pre)occuparci delle condizioni fisiche dello spazio circumterrestre?
Vincenzo Carbone

48 Faccia a Faccia con Fabiola Gianotti
"Ancora tanti punti oscuri da chiarire... ma ce la faremo"
Francesco Kostner

58 L'invecchiamento: se lo conosci bene non lo temi!
Giuseppe Passarino

62 "DAIMONIOS", quando scendere in pista significa imparare divertendosi
Maurizio Muzzupappa

71 Controllo e monitoraggio: strumenti per la verifica strutturale e la mitigazione del rischio sismico
G. Porco - D. Romano - G. F. Valer Montero

78 Carenza d'acqua potabile? Il mare ci aiuterà a risolvere il problema
E. Drioli - F. Macedonio

84 Il "canalone" di Olbia
Alessandro Guerricchio

Oltre il muro delle specificità scientifiche e culturali
Matteo Olivieri 94

Proteggiamo i farmaci dalla luce!
Gaetano Ragno, Giuseppina Ioele, Michele De Luca 100

La politica criminale nella "rete": quali riflessi sulla legalità penale?
Mario Caterini 107

"Thor", un microscopio nel cuore del nostro sistema solare
Francesco Kostner 116

Il progetto Inter-lot 120

L'Università della Calabria lavora con l'Europa per formare i ricercatori del futuro 123

Notte dei ricercatori 2015 127

La matematica applicata ai problemi industriali 130

The best of Robotics in the world
la Straordinaria avventura dell'I.T.C. "A. Monaco" di Cosenza
Remo Scavello 134

Tutti ad Expo con la didattica 143

Rivista di divulgazione scientifico-culturale dell'Università della Calabria

pubblicita

Il contributo dell'Università della Calabria alla conoscenza di queste creature misteriose e dei loro comportamenti

GLI SQUALI:
MOSTRI SANGUINARI O SENTINELLE DEL MARE?

EMILIO SPERONE
RICERCATORE DI ZOOLOGIA
DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA, ECOLOGIA E SCIENZE DELLA TERRA UNICAL
emilio.sperone@unical.it
(con la collaborazione di Primo Micarelli, Gianni Giglio e Sandro Tripepi)

La parola "squalo" rimanda immediatamente all'immagine di una bocca arcuata e ricca di denti aguzzi pronta, come nel noto film di Spielberg del 1975, a fare strage di bagnanti e subacquei. E, in effetti, ciò è quello che pensa generalmente l'opinione pubblica su questi pesci predatori, che talvolta catturano l'attenzione dei media per i loro attacchi all'uomo. In realtà, questi eventi eclatanti spesso hanno il sopravvento su aspetti affascinanti e di grande interesse dal punto di vista biologico, la cui attenta analisi ridimensiona l'identità negativa collettivamente riconosciuta a questi animali marini.

Intanto, un breve flash sulla parola "squalo". Essa deriva dal latino *squalidus*, "aspro", "irsuto", ad indicare la caratteristica di questi pesci, che aveva colpito i Romani, individuata non tanto nei loro denti aguzzi e taglienti, quanto nella pelle ruvida a tal punto da poter lisciare perfino il legno: lo zigrino, ossia l'antenato della carta vetrata, ancora oggi usatissimo dalle popolazioni indigene delle isole del Pacifico.

A dispetto dell'attenzione che i mass media riservano agli incontri tra l'uomo e lo squalo, molto poco ancora si conosce sulla biologia e sul comportamento di questi pesci. Paradossalmente, proprio il film "Lo squalo" di Spielberg, se da un lato ha danneggiato forse irreversibilmente la reputazione di questi animali, dall'altro ha stimolato la ricerca sulle loro abitudini.

Sono circa 500 le specie di squali esistenti, molto prima che i dinosauri facessero la loro comparsa sulla Terra: organismi antichi, via via diventati perfette macchine da preda, ma importantissimi per gli equilibri ecologici che regolano gli ecosistemi marini. In altre parole, gli squali costituiscono l'anello funzionale più importante da studiare per conoscere in maniera adeguata lo stato di salute del mare e conservarlo. Essi sono, pertanto, ben più che un'impressionante mandibola piena di denti e pronta ad entrare in azione. Per questo è importante divulgare le nuove conoscenze acquisite sugli squali e tener conto che sono tra i gruppi di animali a più alto rischio di estinzione del pianeta. I loro cicli riproduttivi, infatti, sono molto lenti (si pensi che uno squalo bianco raggiunge la maturità sessuale anche a 20 anni ed ha gestazioni probabilmente superiori ad un anno) e da tempo ormai è difficile riequilibrare le uccisioni (oltre un milione di esemplari all'anno) di questi vertebrati.

Dal 2005, l'Università della Calabria, con il coordinamento del Centro Studi Squali che ha sede presso l'Aquarium Mondomarino di Massa Marittima (il cui responsabile scientifico è il dott. Primo Micarelli), ha avviato una ricerca finalizzata a studiare gli squali bianchi in Sudafrica e grandi squali pelagici (ossia che vivono in alto mare e la cui lunghezza media supera i due metri) presenti nelle acque calabresi e nel Mediterraneo.

Il progetto, partito in sordina e senza finanziamenti (se non alcuni contributi del Museo di Storia Naturale della Calabria ed Orto Botanico, della Provincia di Reggio Calabria e della ex Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Unical), ha ottenuto risultati scientifici sorprendenti, presentati in occasione di importanti Congressi internazionali e pubblicati su prestigiose riviste di Biologia Marina. Negli ultimi anni i filoni di ricerca si sono ulteriormente ampliati ed al team iniziale si sono aggiunte le Università di Siena (con la prof.ssa Maria Cristina Fossi e la dott.ssa Letizia Marsili), di Stellenbosch-Sudafrica (con il prof. Hannes Van Vyk), per gli studi di ecotossicologia, e l'Università di Bologna (Prof. Fausto Tinti) per quelli di genetica. Da circa 4 anni, il team può contare anche sulla preziosa collaborazione del prof. Leonard J.V. Compagno,

considerato il massimo esperto di squali al mondo, autore di migliaia di pubblicazioni e, tra l'altro, consulente scientifico del film "Jaws - Lo squalo" di Spielberg.

STUDIO DEL COMPORTAMENTO DI SUPERFICIE DELLO SQUALO BIANCO IN SUDAFRICA

Lo squalo bianco *Carcharodon carcharias* è il più grande pesce predatore al mondo ed ha abitudini epipelagiche: ossia sfrutta i primi 20-30 m della colonna d'acqua per cacciare e spostarsi. È una specie cosmopolita, che frequenta tutti i mari temperati e tropicali, con eccezione delle acque polari. Raggiunge i sei metri di lunghezza ed è un abile predatore: i giovani fino a circa 3,50 m si nutrono di pesci e grandi invertebrati marini, mentre gli adulti predano attivamente grandi pesci pelagici, tartarughe marine, altri squali, cetacei e pinnipedi, soprattutto otarie ed elefanti di mare. Studi recenti hanno verificato che la popolazione mondiale di questa specie sia contenuta in meno di 5000 esemplari. Un numero che conferma l'emergenza e l'elevato rischio di estinzione che riguarda gli squali. Ecco perchè sono necessarie campagne di studio e ricerca sulle abitudini di questo predatore, prima che sia troppo tardi per intervenire. Per comprendere il comportamento di

questi animali e verificare l'influenza sulla loro esistenza di particolari parametri ambientali, è stata individuata come modello sperimentale la popolazione di squali bianchi dell'isola di Dyer Island, una Riserva Naturale a circa 8 miglia dal porto sudafricano di Gansbaai, ad est di Città del Capo. Con circa 500 esemplari, quella di Dyer Island è una delle comunità più numerose di squali bianchi al mondo, il che facilita gli studi finalizzati alla comprensione dei loro comportamenti. La Riserva è costituita da due isole: la più grande è Dyer Island, ed è il sito di nidificazione di migliaia di uccelli marini tra cui pinguini, sterne, sule, gabbiani e cormorani; la più piccola è Geyser Rock, su cui si riproduce una colonia di circa 50000 otarie orsine del Capo, che rappresentano la principale fonte alimentare per gli squali bianchi presenti in queste acque e che qui si radunano, specialmente in autunno, quando i piccoli di otaria imparano a nuotare, diventando facili prede. Le osservazioni vengono condotte a bordo di un cabinato di 12 m di lunghezza dotato di gabbia per immersione in acciaio anodizzato. I dati biologici (come il sesso e le dimensioni degli squali) vengono raccolti dagli operatori, all'interno di questa gabbia; quelli etologici, invece, da operatori alloggiati sul ponte superiore della barca mediante l'impiego di un drone. L'utilizzo di questo "oggetto volante" munito di telecamera è del tutto innovativo: è in assoluto la prima volta al mondo, infatti, che esso viene impiegato per studiare il comportamento degli squali ed il suo contributo ha notevolmente migliorato la comprensione di molti aspetti legati all'ecoetologia di questi pesci predatori. Gli squali bianchi vengono attratti verso la gabbia mediante la tecnica del *chumming*: una pastura maleodorante, composta di sangue ed interiora di pesce, che viene versata gradualmente in acqua seguendo un protocollo messo a punto proprio grazie all'esperienza acquisita in questi anni dal gruppo di ricerca. Al fine di stimolare il comportamento individuale e sociale degli animali vengono gettati in acqua diversi tipi di esche: tranci di pesce, sagome a forma di foca, telecamere oppure sagome di altro tipo. I ricercatori osservano gli squali bianchi in presenza di queste esche ed annotano i moduli comportamentali e la loro durata su apposite schede. Lo studio del comportamento individuale ha evidenziato complesse sequenze all'interno dell'albero decisionale che porta uno squalo a individuare, riconoscere ed attaccare una preda. Questo dimostra che non si tratta di animali sanguinari ed irruenti, ma di cauti osservatori che ponderano attentamente gli atteggiamenti da adottare. Hanno, cioè, strategie di caccia ben strutturate e versatili, che ne disegnano un profilo nuovo e diverso rispetto a quello prevalente di essere una micidiale macchina di morte: lo squalo bianco indaga, osserva, interagisce e, solo dopo avere un quadro chiaro, attacca la preda. Un comportamento che riflette due elementi connaturati alla valutazione in cui lo squalo è impegnato: lo scopo, infatti, è quello di non sprecare energie inutilmente e, soprattutto, di non correre rischi, perchè un predatore ferito nell'ambiente marino ha i giorni contati! Gli studi hanno anche evidenziato un'altra interessante prospettiva: esiste una netta differenza tra il comportamento degli squali adulti e quello dei giovani. Questi ultimi, sono molto dinamici e si muovono secondo un numero maggiore di moduli, legati tra loro da complesse transizioni decisionali. Gli adulti, invece, hanno comportamenti più omogenei, con moduli che si alternano in maniera regolare e molto standardizzata. Questa potrebbe essere la prova dell'esistenza di una sorta di "apprendimento per scoperta", durante il ciclo vitale di questi pesci: i giovani, inesperti e irruenti, sperimentano interazioni in matrici transizionali complesse al fine di individuare le sequenze comportamentali più efficaci ed energeticamente meno dispendiose, con una ottimizzazione in termini di impiego di tempo e risorse. Tant'è che, come detto, una volta adulti, gli squali hanno patterns comportamentali molto lineari e stabili, frutto probabilmente di una maggiore esperienza acquisita nel tempo nell'approccio alla preda. Un aspetto ancora più interessante è rappresentato dalla scoperta di un complesso sistema di interazioni sociali tra gli squali bianchi. Quelli che per tanti anni sono stati considerati predatori solitari dimostrano

che, in particolari condizioni, adottano comportamenti di "comunicazione visiva" con i loro simili. In presenza di risorse limitate, per esempio, come può essere la carcassa di una balena, gli squali bianchi non lottano per stabilire chi deve mangiare per primo, ma si osservano, nuotano vicini e stabiliscono così una gerarchia di consumo, ossia un ordine di avvicinamento alla fonte alimentare per poi cibarsene.

Le ricerche hanno consentito di individuare ben sette tipi di interazione sociale che gli squali adottano a seconda del contesto, del tipo di target che hanno davanti e delle condizioni ambientali in cui agiscono: ancora una

volta, un comportamento plastico, versatile, che tende ad ottimizzare l'uso dello spazio, del tempo e delle risorse. Si tratta di una tipologia d'azione comune a gruppi animali considerati "evoluti", come gli insetti sociali (api e formiche), alcuni uccelli (tipo i Galliformi) e mammiferi, come i cetacei (ossia i delfini). L'aspetto interessante è che questo comportamento è innato e non dipende dal sesso o dalle dimensioni degli animali ma, prevalentemente, dal loro stato di salute e dalla potenziale energia di cui dispongono. E' probabile, tra l'altro, che proprio in occasioni di questo tipo, quando più squali convergono nello stesso posto, maschi e femmine hanno modo di incontrarsi e di accoppiarsi. Certo è che nessuno si aspettava una propensione alla "socialità" così sviluppata in animali considerati tanto primitivi.

Risultati ancora più sorprendenti sono stati poi ottenuti riguardo al comportamento predatorio, individuale e sociale degli squali bianchi, e al fatto che esso sia fortemente influenzato dalle condizioni ambientali: il mare, le maree, la visibilità in acqua, la nuvolosità e la fascia oraria della giornata sono parametri che modulano le loro sequenze comportamentali, evidenziando una ulteriore plasticità nelle interazioni di questi pesci. In particolare, comportamenti di tipo "predatorio" vengono esibiti in condizioni in cui lo squalo riesce a passare "inosservato": ossia quando c'è alta marea, quando il mare è poco mosso, quando la visibilità in acqua è bassa, la copertura nuvolosa del cielo elevata e durante le prime o le ultime ore del giorno. In condizioni opposte, invece, lo squalo risulta meno propenso a predare, adotta comportamenti investigativi ed esibisce interazioni sociali. La vista, soprattutto, sembra

essere maggiormente sollecitata nella strutturazione del comportamento di questa specie di squalo, così come lo è per gli uccelli e i mammiferi.

PRESENZA E DISTRIBUZIONE DEGLI SQUALI PELAGICI IN CALABRIA

Un'altra linea di ricerca molto importante e volta a valorizzare il patrimonio naturalistico marino è quella che riguarda la presenza degli squali nei mari calabresi. Per molti versi la nostra regione riveste un ruolo speciale nel mare Mediterraneo: per la centralità che essa occupa in tale bacino e per il confine che, insieme alla Sicilia, forma dividendolo in Mediterraneo Orientale e Mediterraneo Occidentale. La Calabria rappresenta, quindi, un eccellente punto di osservazione per lo studio delle migrazioni marine mediterranee e per il monitoraggio delle colonizzazioni di specie provenienti soprattutto dal mar Rosso. E', insomma, un crocevia, una tappa obbligata per i grandi animali pelagici dei nostri mari. A dispetto di tanto interesse e di un'estensione notevole di linea di costa, tuttavia, lo studio della biodiversità dei nostri mari è stato trascurato o condotto in maniera sporadica e discontinua. Poco o nulla ancora conosciamo del nostro mare, tanto ricco di fondali strepitosi, in cui sono state scoperte foreste di corallo nero e di spiagge incontaminate dove la tartaruga marina *Caretta caretta* depone le uova. Per quanto riguarda gli squali, gli studi hanno rivelato la presenza di ben 14 specie pelagiche: sono state segnalate specie comuni come la verdesca o il notidano grigio, ma anche altre più particolari come lo squalo volpe dalla lunghissima coda, lo squalo elefante, che si nutre di plancton; lo squalo martello, dalla testa inconfondibile, e lo squalo bianco. La presenza di queste specie non deve sorprendere nè preoccupare: gli squali vivono da millenni nel mare Mediterraneo. I numerosi e recenti avvistamenti lungo le nostre coste non devono destare preoccupazione: non è assolutamente vero che "il Mediterraneo si sta riempiendo di squali perchè il clima sta cambiando"! Semplicemente, oggi sono disponibili più telefonini con fotocamera. E, se un tempo l'avvistamento di uno squalo restava relegato alla cronaca locale, i mezzi di comunicazione odierni facilitano la diffusione di immagini, video e relative notizie. Oltre all'ecologia ed alla distribuzione delle specie, gli studi che vedono impegnata anche l'Università della Calabria si stanno focalizzando sull'analisi dei contenuti stomacali degli squali, per avere idee chiare sulla loro dieta, sulla presenza di parassiti nel tratto digerente e sul tasso di accumulo di metalli pesanti nei tessuti più sensibili (fegato, muscolo, pelle e cervello). Prezioso, in questa direzione, risulta il contributo della

dott.ssa Concetta Milazzo, parassitologa dell'UNICAL, e della prof.ssa Donatella Barca, responsabile del laboratorio ICPMassa del DiBEST.

Le coste calabresi si sono rivelate anche il luogo che alcune specie di squali prediligono per la riproduzione: lo squalo martello e la verdesca, per esempio, si riproducono lungo le coste ioniche, mentre il mako e lo smeriglio prediligono quelle tirreniche. L'individuazione di aree di riproduzione nei nostri mari rappresenta un dato di fondamentale importanza, perchè conferma che le popolazioni di squali mediterranei, già in molti paesi ridotte anche del 90%, hanno ancora aree che andrebbero tutelate per proteggerne l'estinzione, cui purtroppo essi al momento sembrano destinati. Il pregiudizio e la paura verso questi animali, uniti alla pesca sconsiderata cui sono soggetti per le loro pinne ed all'alterazione degli habitat, mietono ogni anno milioni di vittime tra gli squali. E l'uomo? Beh, in media ogni anno 4-5 persone perdono la vita per colpa degli squali (l'ultimo attacco fatale registrato nel Mediterraneo risale al 1989, ossia 25 anni fa!)....basti pensare che le zanzare mietono con la malaria 3 milioni di vittime, gli ippopotami 2000, le zecche 40!

Cosa succederebbe, invece, se togliessimo gli squali dagli ecosistemi? Assisteremmo ad una crescita del numero di predatori ed alla diminuzione del pescato perchè aumenterebbe la pressione su pesce azzurro, molluschi e crostacei, con danni notevoli per l'economia ittica. Dal punto di vista ecologico moltiplicherebbero probabilmente le malattie infettive tra i cetacei ed i pinnipedi, prede naturali degli squali, ma anche tra i grossi pesci, come tonni e ricciole. Si altererebbero i rapporti ecologici nelle catene alimentari a vantaggio di specie, come le meduse, che già adesso stanno andando incontro ad un boom popolazionistico notevole.

A conti fatti, dunque, è davvero necessario rivedere le nostre idee sugli squali ma, soprattutto, adoperarsi per salvare questi signori del mare dall'estinzione.

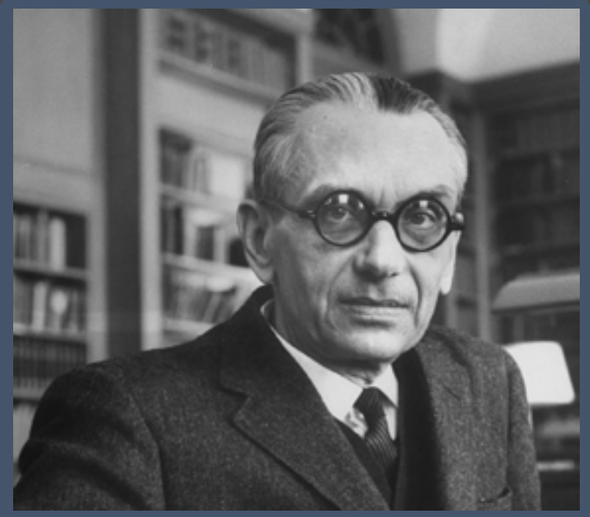
pubb

ALGORITMI E POSSIBILI SOLUZIONI A CONFRONTO

I LIMITI DELL'ELABORAZIONE COMPUTERIZZATA E LA QUESTIONE P=NP

Gianluigi Greco
Associato di informatica
Dipartimento di Matematica e Informatica
ggreco@mat.unical.it

Circa venticinque anni fa venne riportata alla luce una lettera risalente al 1956 in cui Kurt Gödel descriveva a John von Neumann un problema di natura matematica che può essere visto come la prima formulazione della questione P=NP, tra le più rilevanti nell'ambito dell'informatica teorica e dagli innumerevoli risvolti pratici, ad esempio sulla sicurezza dei metodi crittografici.



Kurt Gödel (1906-1978)

Di origini austriache e naturalizzato statunitense, è stato uno dei più grandi logici del novecento, noto soprattutto per i suoi lavori sull'incompletezza delle teorie matematiche. Dopo il ritrovamento della lettera indirizzata a von Neumann divenne un punto di riferimento anche per la comunità dell'informatica teorica

Essa venne posta all'attenzione della comunità scientifica internazionale nel 1971 da Stephen Cook e, poco dopo, da Dick Karp, e fu subito evidente che la sua soluzione richiedeva lo sviluppo di conoscenze matematiche ed informatiche ben superiori a quelle dell'epoca. Le previsioni dei più pessimisti colsero nel segno. Ancora oggi, infatti, nonostante gli innumerevoli sforzi compiuti per tentare di dare una spiegazione all'enigmatico problema, la questione P=NP non solo è rimasta aperta, ma è stata finanche inclusa nella lista dei cosiddetti problemi del millennio (Millennium Prize Problems), sia di tipo matematico che informatico. Tali complessi e, tuttora aperti problemi sono stati posti all'attenzione della comunità scientifica dall'Istituto Matematico Clay, che nel 2000 ha messo in palio, per ciascuno di essi, un premio di un milione di dollari al primo ricercatore in grado di proporre una corretta soluzione.

L'icona che rappresenta l'Istituto Matematico Clay è ispirata all'opera "Figureight Knot Complement vii/ CMI" dello scultore Helaman Ferguson. La lista compilata dall'istituto comprende sette distinti problemi di natura matematica, uno dei quali, la "Congettura di Poincaré", è stato risolto nel 2002 dal matematico russo Grigorij Jakovlevič Perel'man. Gli altri sei problemi, tra cui la questione P=NP, sono ad oggi aperti

Ma cosa ha dunque di così affascinante e rilevante la questione P=NP e, tanto per iniziare, cosa si nasconde dietro le sigle P ed NP che compongono i termini di questa strana equazione?

Informatica, problemi ed algoritmi

Per dare una risposta esauriente alle domande che ci siamo posti, e data la profondità della questione che intendiamo affrontare, è necessario iniziare a riflettere sulla natura stessa dell'informatica e su quali sono gli obiettivi che si prefigge di raggiungere questa disciplina. Il termine informatica è oggi infatti diventato di uso comune, con contorni spesso non ben definiti in cui sono mescolati aspetti tecnologici con altri di natura più metodologica. L'utilizzo del termine nell'accezione comune non è perfettamente allineato con ciò che si intende nell'ambito della ricerca scientifica, ma tuttavia coglie bene una sfaccettatura cruciale della cosiddetta "scienza dell'informatica" (meglio nota con la forma inglese di *computer science*): cioè l'idea di poter studiare e sviluppare sistemi basati su computer e calcolatori elettronici in grado di risolvere in modo automatico problemi della vita quotidiana.

Supponiamo, ad esempio, di dover di esibire un certificato di nascita e, per questo, di recarci all'Ufficio Anagrafe del Comune di residenza. Allo sportello ci sarà chiesto un documento identificativo e, sulla base delle informazioni personali che ci identificano univocamente, l'addetto cercherà negli archivi la documentazione utile al rilascio ciò di cui abbiamo bisogno. Ma come avviene la ricerca in questi archivi? Fino all'avvento dei computer e dell'informatica, l'addetto era costretto a trovare la documentazione consultando personalmente gli innumerevoli faldoni riposti più o meno ordinatamente negli scaffali dell'ufficio, catalogati secondo l'anno solare di riferimento e contenenti i relativi atti in ordine cronologico. L'addetto procedeva individuando, per prima cosa, i faldoni che gli interessavano, per poi scorrerne le pagine fino ad arrivare al mese ed al giorno di nascita dell'interessato. Alla fine, con un po' di pazienza, riusciva nel suo scopo. Ma i tempi di questo processo erano decisamente imparagonabili a quei pochi millesimi di secondi che oggi intercorrono, in un ufficio informatizzato, tra la richiesta formulata dall'addetto ad un terminale e la risposta che gli viene fornita, consultando la versione digitalizzata degli stessi faldoni.

In questo esempio, il *problema* che stiamo affrontando riguarda la ricerca di una specifica informazione in un archivio. Questa soluzione, che in termini informatici va sotto il nome di *algoritmo*, diventa più efficiente della soluzione affidata alla consultazione "manuale" dei faldoni, grazie alle potenzialità di calcolo di un moderno elaboratore che, in pochi istanti, è in grado di analizzare decine di migliaia di atti al fine di individuare quelli utili. Dunque, in questo esempio, è proprio la potenza di calcolo a fare la differenza. Ma non sempre affidarsi ciecamente alla potenza di calcolo ci conduce a realizzare sistemi informatici in grado di funzionare nella pratica. A volte, infatti, è importante valutare come le soluzioni informatiche sono sviluppate, cioè come l'algoritmo risolutivo sia stato congegnato.

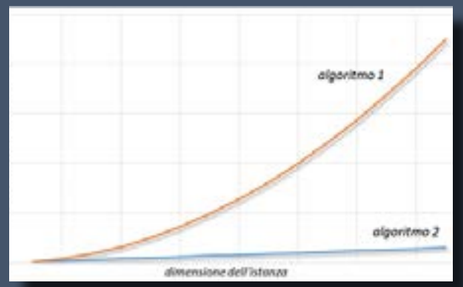
Nell'esempio del rilascio di un certificato di nascita la soluzione informatica rende efficiente l'accesso e la consultazione di tutta la documentazione degli atti d'ufficio opportunamente digitalizzati. Più in generale, si può pensare che qualunque tipologia di informazione testuale, come ad esempio un libro, possa essere digitalizzata e resa disponibile elettronicamente al fine di ottimizzare le operazioni di ricerca (e agevolarne la divulgazione). In quest'ambito si inquadra, ad esempio, il famoso progetto Gutenberg, iniziativa avviata dall'informatico Michael Hart nel 1971, proprio con l'obiettivo di costituire una biblioteca di versioni elettroniche di libri liberamente riproducibili e consultabili. Il progetto Gutenberg è la più antica iniziativa del settore (delle biblioteche digitali)

Per chiarire meglio questo ultimo concetto, riprendiamo l'esempio dell'Ufficio Anagrafe ipotizzando che il Sindaco del Comune abbia deciso, a fini promozionali, di celebrare con una festa pubblica il residente più longevo, magari ultracentenario. In termini astratti, abbiamo dunque a che fare con un insieme $\{r_1,\ldots,r_n\}$ di n residenti le cui informazioni anagrafiche sono tutte digitalizzate negli archivi informatici degli uffici. Il nostro problema è questa volta quello di individuare, all'interno di questo insieme, il residente più anziano. Il Sindaco emana dunque un bando pubblico per la definizione di una soluzione informatica, ed al bando rispondono due ditte presentando due algoritmi differenti:

1. La prima ditta propone un sistema informatico basato su un algoritmo che prende il primo residente r_1 e ne confronta l'anzianità con quella di r_2, poi con quella di r_3 e così via, fino a confrontarla con quella di r_n. Dunque, per r_1 effettua $n-1$ confronti, e se in tutti questi confronti r_1 è sempre risultato il più anziano, allora r_1 sarà il festeggiato! Se così non fosse, l'algoritmo passerebbe ad r_2 procedendo al confronto di r_2 con tutti gli altri $n-1$ residenti. Se neanche r_2 risultasse il più anziano, si passerebbe ad r_3, e così via. Si noti che dopo aver considerato l'i-esimo residente r_i, il numero complessivo di confronti effettuati è pari alla somma del termine $(n-1)$ ripetuta i volte, cioè $i \times (n-1)$. Dunque, nel caso peggiore, che si verifica se si scoprisse che proprio r_n è il più anziano, l'algoritmo richiede $n \times (n-1)$ confronti.

2. La seconda ditta propone invece un algoritmo basato sul concetto di "*più anziano corrente*". L'idea è di analizzare, uno ad uno, i residenti $r_1,\ldots,r_n$. Al primo passo, r_1 sarà considerato il più anziano corrente (proprio perché abbiamo analizzato solo lui, al momento). Al secondo passo, si confronterà r_2 con *il più anziano corrente* (cioè con r_1) e il più vecchio tra i due diventerà il nuovo *più anziano corrente*. Al terzo passo, si confronterà r_3 con il più anziano corrente (che sarà uno tra r_1 e r_2) e il più vecchio tra i due diventerà il nuovo *più anziano corrente*. Alla fine, quando tutti i residenti saranno stati analizzati, il *più anziano corrente* sarà veramente il più anziano in assoluto. Si noti che in questo caso, per ogni residente che viene considerato dopo il primo, un solo confronto (con il *più anziano corrente*) sarà effettuato. Pertanto, il numero complessivo di confronti è $n-1$.

I due algoritmi sopra descritti sono entrambi corretti, ma abbiamo visto che essenzialmente il primo richiede $n \times (n-1)$ operazioni, mentre il secondo ne richiede solo n. Ad esempio, su un Comune di *1000* abitanti (cioè $n=1000$), il primo approccio riesce a calcolare il residente più anziano con *1000* x 999 confronti (dunque circa 1 milione!), mentre al secondo ne bastano solo *1000*. Quale soluzione sceglieresti se foste voi il Sindaco?

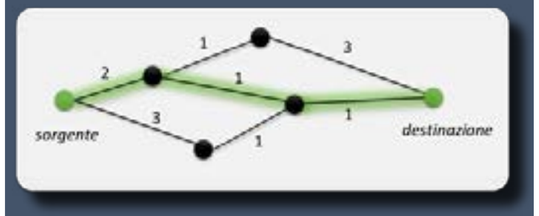


Confronto del tempo richiesto dai due algoritmi proposti per l'individuazione del residente più anziano in un Comune. L'algoritmo 1 richiede un numero di confronti pari a $n \times (n-1)$, mentre l'algoritmo 2 richiede solo $n-1$ confronti. Si dice anche che il primo algoritmo ha complessità "quadratica" (in quanto dipende essenzialmente da n moltiplicato per se stesso, e dunque da n elevato al quadrato), mentre il secondo ha complessità "lineare" (dipende essenzialmente da n)

E' evidente che la nostra preferenza ricadrebbe sul secondo approccio, che costituisce un algoritmo più *efficiente* del primo. Questo vale indipendentemente dalla potenza di calcolo del computer su cui la soluzione sarà implementata, suggerendoci dunque un aspetto della *computer science* che spesso sfugge alla visione dell'informatica nel senso comune e che è completamente scorrelato dagli aspetti tecnologici. L'informatica, perciò, non studia solo algoritmi per risolvere i problemi, ma si pone come obiettivo di studiare il *modo migliore, cioè più efficiente,* con cui tali problemi possono essere risolti. La vera sfida è, in altri termini, individuare l'algoritmo più efficiente possibile per risolvere un dato problema.

A questo punto la sfida apparirebbe chiara, ma si potrebbe comunque sospettare che, in un certo senso, essa, sia artificiale e che la ricerca di un algoritmo ottimale sia solo una interessante questione speculativa, ma dal limitato impatto pratico. Infatti, il lettore malizioso potrebbe subito argomentare che, oggigiorno, un computer può eseguire in pochi istanti milioni di operazioni. Pertanto, poca differenza fa, nella pratica, se un algoritmo richieda 1 milione di operazioni o solo 1000. In effetti, nel nostro esempio l'osservazione maliziosa è tutto sommato ben fondata. Tra un algoritmo che richiede $n \times (n-1)$ operazioni ed uno che richiede $n-1$ operazioni, difficilmente possono emergere concrete vere differenze nelle prestazioni (con gli attuali elaboratori) sui numeri tipici di n che corrispondono ai residenti di un Comune. Anzi, anche un algoritmo ancora meno efficiente che richiedesse $n \times n \times n$ (cioè n^3) operazioni sarebbe comunque una soluzione che, nella pratica, poco si differenzierebbe dall'algoritmo ideale che impiega solo $n-1$ operazioni. Più in generale, calcolatrice alla mano, si potrebbe argomentare che questo continua a valere per un qualunque algoritmo che impiega n^k operazioni, ove k è una qualunque costante. Algoritmi di questo tipo, che richiedono n^k operazioni, sono detti *polinomiali*. E quel famoso simbolo **P**, da cui la nostra analisi è partita, nulla altro sta ad indicare che l'insieme di tutti i problemi per i quali sia possibile esibire un algoritmo polinomiale.

Individuare il residente più anziano in un dato comune è, dunque, un problema che appartiene alla classe **P**. In effetti, molti problemi che emergono nella vita di tutti i giorni sono (per nostra fortuna) anch'essi membri della classe **P**, e dunque efficientemente risolubili su un calcolatore. Ad esempio, un altro illustre e ben conosciuto problema in **P** è quello di calcolare il percorso più breve, diciamo in auto, per andare dalla propria abitazione ad una certa località di villeggiatura. Infatti, qualunque *navigatore* presente di serie in molte delle vetture più moderne è in grado di calcolare questo percorso ottimale in pochissimi secondi.

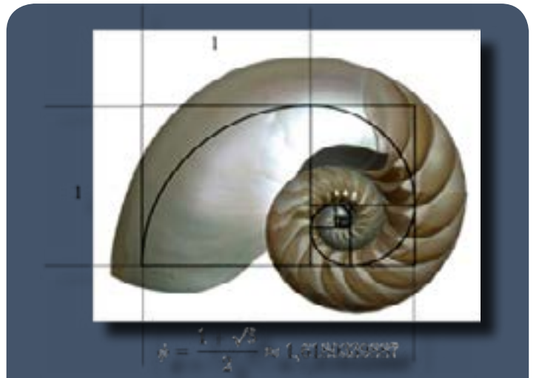


In termini informatici, il problema di calcolare il percorso più breve per andare da un punto "sorgente" ad un punto "destinazione" viene modellato come un problema su grafo. Gli archi del grafo rappresentano le vie di comunicazione, e i nodi rappresentano gli "incroci" che consentono di muoversi da una via ad un'altra. Ogni arco viene etichettato con un numero che rappresenta la lunghezza (ad esempio in metri o chilometri) della via associata. Il problema è dunque quello di trovare il cammino che connette la sorgente e la destinazione e la cui somma dei pesi sugli archi sia la minima possibile. Ad esempio, il cammino minimo nel grafo riportato nella figura ha lunghezza complessiva pari a 4 (diciamo chilometri). Il problema può essere risolto con il noto algoritmo di Dijkstra, proposto nel 1956 dall'informatico olandese Edsger Dijkstra che lo pubblicò successivamente nel 1959

Oltre P e la zona grigia

Abbiamo ora acquisito il primo concetto chiave per comprendere appieno il significato della questione P=NP. Abbiamo infatti compreso cosa sia P, e resta dunque da definire cosa sia NP. A tal fine ci servirà riflettere su un ulteriore concetto, che introduciamo anche in questo caso con un problema esemplificativo.

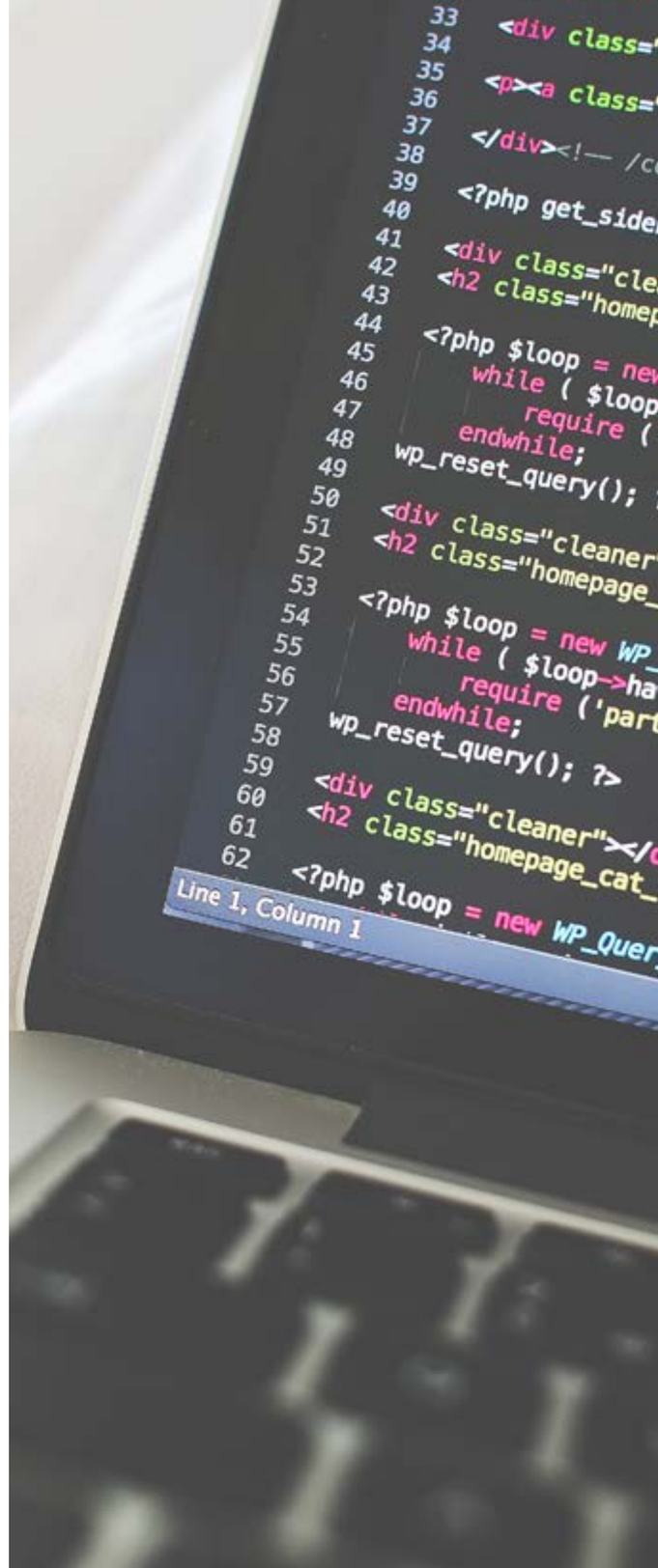
Andiamo indietro nel tempo, fino al VI secolo a.C., quando la scuola che faceva capo a Pitagora iniziò ad investigare le proprietà delle forme geometriche definendo il concetto di "proporzione media ed estrema", ribattezzato successivamente in epoca rinascimentale come "proporzione divina", e noto ai giorni nostri come "sezione aurea". Consideriamo due quantità *L* ed *R*, tali che *L* sia maggiore di *R*. Queste due lunghezze sono dette in *proporzione divina* tra di esse se il rapporto *L/R* coincide con il rapporto *(R+L)/L*. Un caso particolare è quando *R* è proprio l'unità di riferimento. Ad esempio, se *L* ed *R* sono delle lunghezze, assumiamo allora che *R* sia *1 metro*. In tal caso, la proporzione divina si riduce a verificare che il rapporto *L/1*, cioè *L* stesso, coincida con il rapporto *(1+L)/L*. Dunque, una lunghezza di *L* metri soddisfa tale proprietà se vale che *L=(1+L)/L*, ossia se *L x L = 1 + L*. Poniamoci ora proprio il problema che si posero i pitagorici: esiste una lunghezza L che soddisfa questa equazione?



Un valore di L che soddisfa il rapporto della sezione aurea in effetti esiste, ed è il numero irrazionale riportato in figura (circa 1,618). Tale valore è detto anche "golden ratio" (il rapporto d'oro) in quanto riveste un ruolo estremamente rilevante in numerosi ambiti, dalle arti figurative alle scienze naturali. Molte delle proporzioni presenti in natura e riprese dagli artisti, in particolare rinascimentali e pre-rinascimentali, sono infatti riconducibili alla sezione aurea

In termini astratti, il problema dell'esistenza di questa lunghezza *L* è un problema di esistenza di una soluzione ad una equazione in cui abbiamo utilizzato solo le operazioni di somma e prodotto. Più in generale, potremmo considerare più lunghezze incognite nel nostro problema, ad esempio L_1, L_2,...L_n, e porci domande del tipo: è vero che *esiste* un certo valore per L_1 tale che, *per tutti* i valori possibili di L_2, *esiste* un valore di L_3 (e via dicendo...) tale che una certa equazione, (o anche un certo insieme di equazioni), abbia soluzione? Nell'ambito della matematica e dell'informatica teorica queste tipologie di domande sono state accuratamente analizzate, e si è dimostrato che sorprendentemente può fornirsi una risposta automatizzata ad esse. In altri termini, è possibile definire un algoritmo che ci dica se la risposta ad una qualunque domanda del tipo sopra illustrato sia affermativa o negativa. Ma c'è di più. I ricercatori sono riusciti a dimostrare un limite *invalicabile* nella complessità di un qualunque algoritmo risolutivo. Infatti, se denotiamo con *n* il numero di (lunghezze) incognite sommato al numero complessivo di operatori aritmetici coinvolti, allora dobbiamo aspettarci che qualunque algoritmo risolutivo richieda almeno 2^n operazioni, dunque un numero *esponenziale*. Questo vuol dire che il problema non è in P!

E questa volta c'è una brutta sorpresa per il lettore malizioso che continuasse a pensare che in fondo, anche in questo caso, la potenza dei computer potrebbe fare comunque la differenza. Proviamo, infatti, a vedere cosa accade al crescere di *n*. Calcolatrice alla mano, vediamo che 2^{10} corrisponde a circa 1000 operazioni, che 2^{20} ci porta ad un milione di operazioni, e che con 2^{30} le operazioni diventano un miliardo. Tutto sommato già un numero consistente, eppure *n* è solo uguale a 30 in questo caso. Infatti, la velocità con cui 2^n cresce al crescere di *n* è sorprendente, e per *n=100* già il valore ha superato una ragionevole stima del numero complessivo di atomi di cui è composta la nostra Terra. In altri termini, 2^{100}



è un numero così grande da superare finanche la nostra stessa capacità di percezione ed immaginazione, ed un computer per calcolare una soluzione eseguendo questo mostruoso numero di operazioni impiegherebbe miliardi, miliardi, miliardi,..., e miliardi di anni. Eppure *n=100* è ancora un numero molto piccolo, quasi un'inezia in termini informatici. Abbiamo quindi toccato con mano che se un problema non appartiene alla classe P e se per questo siamo in grado di dimostrare che il migliore algoritmo possibile è esponenziale, allora non esiste alcuna speranza concreta di poterlo risolvere con un elaboratore. Dunque, la soluzione è teoricamente possibile, ma in pratica occorrerebbero svariati miliardi di anni di tempo per ottenere una risposta da un qualsivoglia moderno calcolatore. Diremo che problemi di questo tipo sono *intrinsecamente esponenziali*.

Conosciamo ora problemi polinomiali e problemi intrinsecamente esponenziali. Ma non tutto è bianco (polinomiale) o nero (esponenziale). Esiste infatti una zona grigia tra questi due estremi; ed è proprio qui che si nasconde il secondo concetto base nella definizione della questione P=NP. Consideriamo il seguente semplice problema. Vogliamo organizzare una partita di calcio tra n giocatori, ed il nostro obiettivo è di definire le squadre nel modo più equilibrato possibile. Ad ogni giocatore, associamo dunque una valutazione delle sue abilità e cerchiamo di dividere gli *n* giocatori in modo che la somma delle abilità dei giocatori nella due squadre sia identica. Nonostante la sua apparente semplicità, non è facile trovare una soluzione esatta che sia efficiente. La soluzione naïve potrebbe essere semplicemente di considerare tutte le possibili coppie di squadre che si possono definire con *n* giocatori, per poi selezionare quella che darà luogo alla partita più equilibrata possibile. Tuttavia il numero di possibilità che il nostro algoritmo dovrebbe considerare è dell'ordine di 2^n, e sappiamo che questo è un tipo di algoritmo da cui tenerci accuratamente alla larga.

Un esempio del problema di costruzione di due squadre "equilibrate". Abbiamo quattro giocatori, di cui uno eccellente (che vale 9, in una scala da 1 a 10), uno buono (che vale 7), e due meno in gamba (che valgono rispettivamente 3 e 1). In questo caso, è possibile formare due squadre perfettamente equilibrate, ciascuna delle quali ha un valore complessivo di 10

Possiamo fare meglio di 2^n o questo è un limite intrinseco al problema? Per fare meglio avremmo bisogno di esibire un algoritmo più efficiente, cioè polinomiale. Per evidenziare che ciò non è possibile, avremmo bisogno di poter dimostrare che non può proprio esistere un algoritmo di questo tipo. Ma fino ad oggi, per questo semplice problema, noto come Number Partitioning, nessun ricercatore è mai riuscito né a trovare un algoritmo polinomiale, né a dimostrare che un algoritmo di questo tipo non possa proprio essere definito. Dunque, Number Partitioning vive in un limbo collocato tra i problemi polinomiali e quelli esponenziali: limbo che è chiamato nell'ambito della computer science come la classe dei problemi NP.

Questo limbo è, in effetti, abitato da moltissimi problemi che emergono nella vita quotidiana, spaziando dalla logistica, all'allocazione di risorse, alla definizione di protocolli criptografici, giusto per fare alcuni esempi. Dunque, Number Partitioning è in buona compagnia in NP. Per tutti questi problemi, allo stato attuale siamo solo in grado di esibire algoritmi la cui complessità è (almeno) 2^n, e dunque in sostanza non siamo in grado di risolverli in modo esatto per valori di n grandi o comunque "significativi". Su questa difficoltà si basano alcuni protocolli criptografici. Infatti, se per forzare un protocollo crittografico (che codifica i nostri acquisti via Internet) è necessario un algoritmo che impiega 2^n passi, ove n è ad esempio il numero di caratteri di una certa password, basta allora avere una password sufficientemente lunga al fine di rendere praticamente impossibile qualunque tentativo di violazione (che richiederebbe, come abbiamo visto, miliardi di anni per avere successo).

La questione P=NP

Siamo dunque arrivati al punto da poter rendere evidente il senso della questione P=NP. La questione è infatti di capire se tutti i problemi oggi collocati nel limbo di NP siano invece concretamente risolubili.

Per maturare una propria visione della questione è utile ricordare un ulteriore comune denominatore dei problemi in NP: In primo luogo le soluzioni dei problemi in NP non sono mai oggetti "complicati" e possono, infatti, essere rappresentati efficientemente in un calcolatore. In secondo luogo, un qualunque problema in questa classe gode della proprietà che, se magicamente qualcuno ci proponesse una soluzione per una certa istanza, allora noi saremmo in grado di verificarne l'esattezza in tempo polinomiale. Per comprendere meglio, ritorniamo sull'esempio della formazione delle squadre di calcio, ed assumiamo che qualcuno ci presenti già le due formazioni ed il nostro obiettivo sia solo quello di verificare che le due squadre siano perfettamente equilibriate. A tal fine, sarà sufficiente calcolare la somma dei valori dei giocatori della prima squadra e verificare che essa coincida con la somma dei valori dei giocatori della seconda squadra. Dunque, mentre la generazione di una soluzione è un problema complesso da affrontare, la verifica di una soluzione è sempre efficientemente affrontabile. Questa è una caratteristica intrinseca di tutti i problemi in NP, e che li differenzia da tutti i problemi che abbiamo definito esponenziali (cioè per i quali è effettivamente noto che non possa esistere un algoritmo risolutivo polinomiale). Infatti, per i problemi esponenziali, la soluzione stessa potrebbe (al crescere di n) diventare talmente complessa che anche la sola idea di rappresentarla in termini informatici potrebbe non essere concretamente realizzabile.

Sotto questo punto di vista la questione P=NP ci chiede se sia vero che ogni qual volta ho un meccanismo per verificare in tempo polinomiale una soluzione che mi venga fornita dall'esterno (e per la quale è garantita l'esistenza di una efficiente rappresentazione), allora avrò sempre la garanzia di poter anche definire un algoritmo polinomiale per calcolare una soluzione senza alcun aiuto esterno. Il fatto che calcolare (da zero) una soluzione sia intuitivamente molto più complesso che verificare la correttezza di una soluzione fornitaci da altri è il motivo per cui i ricercatori sono propensi a credere che in realtà i problemi in NP non possano essere risolti in tempo polinomiale (e dunque che P sia diverso da NP). Quando però si entra nel merito e si prova a dare una concretezza formale a questa intuizione, ci si scontra con complicatissime questioni tecniche, tant'è che pochissimi progressi sono stati fino ad ora compiuti verso la formalizzazione di una prova. Anzi, autorevoli ricercatori iniziano anche ad argomentare sulla possibilità che la direzione giusta su cui investigare possa essere invece quella, decisamente meno intuitiva, di un mondo in cui P coincide con NP.

In effetti, se qualche ricercatore dimostrerà, prima o poi, che P è diverso da NP non cambierebbe molto nella nostra quotidianità. Ma un mondo in cui P fosse uguale ad NP sarebbe abbastanza diverso da quello di oggi. Da una parte, varie metodologie crittografiche crollerebbero e vari sistemi ritenuti "sicuri" diventerebbero di colpo facilmente violabili. D'altra, molti problemi oggi ritenuti intrattabili (poiché il miglior noto algoritmo è del tipo 2^n) diventerebbero facilmente risolubili (non più difficili della ricerca del più anziano residente in un Comune), avanzando incredibilmente la nostra capacità di automazione con straordinarie ripercussioni sulla nostra vita quotidiana. Un mondo in cui P fosse uguale ad NP sarebbe un mondo in cui i computer sono più "intelligenti" di come li possiamo oggi immaginare, non solo in termini di potenza di calcolo ma anche rispetto alla qualità intrinseca di ciò che essi sono in grado di calcolare. Ecco perché rispondere a questa domanda vale ben oltre il milione di dollari offerto dall'istituto Clay.

Tutto ciò chiarisce, dunque, il senso della questione P=NP, ma una curiosità ancora potrebbe rimanere. Molti lettori avranno constatato che ripartire i giocatori in due squadre equilibrate è un problema ben noto ai bambini quando si apprestano ad organizzare una partitella tra gli amici. In effetti, nessuno ha spiegato loro che il problema che si accingono ad affrontare è intrattabile (NP). Dunque, senza perdersi d'animo essi lo risolvono semplicemente indicando due capisquadra che scelgono a turno i giocatori. Il risultato è spesso molto soddisfacente. Come è possibile? Avranno scoperto una via "pratica" per rifuggire alle difficoltà concettuali che il limbo dei problemi informatici sembra invece porci? Forse sì, ma questa è un'altra storia.

LA MERAVIGLIOSA AVVENTURA DELLA "CARETTA CARETTA"

UN PROGETTO COORDINATO DAL DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA, ECOLOGIA E SCIENZE DELLA TERRA PUNTA A SALVAGUARDARE UNA SPECIE DI TARTARUGA A RISCHIO E A VALORIZZARE L'ECOSISTEMA MARINO

Antonio T. Mingozzi
Associato di Zoologia
Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra (DiBEST) Unical
Responsabile Progetto TARTACare Calabria
antonio.mingozzi@unical.it

Fig. 1. Primo piano di tartaruga marina in emersione notturna per la nidificazione sull'arenile di Bruzzano (16.07.2009, foto P. Storino)

Fine estate 2014: la schiusa degli ultimi due nidi di tartaruga marina *Caretta caretta*, deposti lungo le coste della Calabria, è attesa per i primi giorni di ottobre.

E' la "coda" di una stagione riproduttiva che ha visto oltre venticinque ovodeposizioni di *Caretta* sulle spiagge calabresi confermando, ancora una volta, la straordinaria importanza nazionale della regione per la nidificazione di questa specie, assunta a simbolo di molti progetti e campagne per la conservazione biologica a livello internazionale.

E' anche il bilancio di una stagione di quotidiane ricerche sul campo durata oltre quattro mesi, come tutte le stagioni che l'hanno preceduta, da quando, quindici anni or sono, ha preso avvio il progetto "TARTA*Care* Calabria", promosso e coordinato dal Laboratorio di Ornitologia e Conservazione del DiBEST (Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra) dell'UNICAL, e autorizzato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (Direzione per la Protezione della Natura).

Si tratta del progetto che - grazie al lavoro di uno staff di operatori esperti e tesisti succedutisi negli anni (Salvatore Urso, Maria Denaro, Teresa Malito, Gianni Parise, Carmela Mancuso, Nunzia Micò, Salvatore Salice, Patrizia Rima, Giampiero Masciari, Sandra Berlingeri, Giulia Cambiè, Brunella Pisani e Manuela Russo), nonché di studenti e volontari provenienti da varie parti d'Italia e dall'estero (oltre trenta persone) - ha portato alla scoperta dell'importanza della Calabria e, in particolare, della costa ionica reggina, come principale area di nidificazione nazionale della tartaruga marina, mutando radicalmente quello che si riteneva fosse il quadro distributivo e popolazionistico della specie in Italia.

Nel nostro Paese, la nidificazione di *Caretta* era, infatti, ritenuta, sino alla fine del secolo scorso, un fenomeno "*oramai sporadico o occasionale*", eccezion fatta per le Isole Pelagie ("*ultimo sito di ovodeposizione documentata e certa*"), dove nidi di tartaruga marina erano segnalati, sia su Linosa sia su Lampedusa, con relativa regolarità, ma sempre in numero esiguo di casi (in toto una quarantina, nel ventennio 1980-1999).

Questo quadro conoscitivo era, in realtà, frutto di valutazioni quanto meno affrettate, considerata la carenza di accurate campagne di ricerca. Coloro che si dedicano agli studi zoologici di campo sanno bene, per esperienza, che è molto più semplice accertare la presenza dell'assenza di una specie. Nel caso delle tartarughe marine, nessuno aveva mai effettuato ricerche *ad hoc* lungo le spiagge calabresi, sottovalutando il significato di quella decina di casi di nidificazione che, sino al 1999, risultavano accertati lungo la costa ionica centro-meridionale della regione, tutti dovuti a rinvenimenti fortuiti di schiuse nel momento di massima frequentazione turistica dei litorali (mese di agosto).

Nella primavera del 2000, il Laboratorio di Ornitologia e Conservazione dell'ex Dipartimento di Ecologia decide, sotto lo stimolo di studenti per ricerche legate al mare, di "andare a fondo" della questione e vara così un piano di ricerche finalizzato all'accertamento del quadro distributivo spazio-temporale delle ovodeposizioni di *Caretta* in Calabria, anche ai fini di una loro tutela con l'individuazione e la mitigazione dei fattori di rischio.

Come sempre in ogni progetto di ricerca sul campo, per raggiungere gli obiettivi che ci si prefigge è indispensabile definire con precisione l'area di studio e la metodologia di lavoro. In questo caso, l'area di studio era individuabile nei circa 200 km di Costa ionica compresi tra Crotone e Reggio Calabria, settore in cui ricadeva la decina di segnalazioni

F ig. 2 Visione panoramica della Costa dei Gelsomini, ripresa da Torre di Capo Bruzzano (in alto a destra, l'abitato di Ferruzzano). Il settore costiero presenta, nella sua parte più settentrionale, arenili piuttosto ampi, estesi con continuità per circa 8 km (26.06.2011, foto T. Mingozzi)

LA MERAVIGLIOSA AVVENTURA DELLA CARETTA CARETTA

Fgi. 3. Solo in alcuni tratti le spiagge presentano ancora caratteristiche di naturalità, con relitti di duna colonizzati da vegetazione pioniera (Bruzzano Zeffirio, 16.05.2008, foto T. Mingozzi)

LA MERAVIGLIOSA AVVENTURA DELLA CARETTA CARETTA

Fig. 4. La piccola spiaggia di Punta di Spropoli costituisce, nonostante la sua limitatissima estensione (circa 700 m) uno dei settori strategici per la nidificazione di Caretta (10.06.2008, foto T. Mingozzi)

pregresse di nidificazione.
La metodologia di ricerca dei nidi, tramite l'individuazione delle tracce di emersione notturna che le femmine di *Caretta* lasciano sull'arenile, doveva quindi confrontarsi con un'estensione considerevole di area "potenziale" (175 km effettivi di spiagge sabbiose), non facilmente monitorabili con le scarse risorse, umane e finanziarie, allora disponibili. Dopo i tentativi della prima stagione di ricerca, basati sull'utilizzo di un mezzo ultraleggero per il sorvolo delle spiagge, si è deciso di adottare il metodo più semplice ed economico, ossia quello dei monitoraggi pedestri, limitando i controlli a tre dei settori costieri (uno reggino, due catanzaresi) potenzialmente più favorevoli (130 km complessivi) per caratteristiche d'arenile.
I risultati non si sono fatti attendere. Nel giugno 2001, le prime tracce di emersione di tartaruga marina sono scoperte non in modo fortuito, come in passato, ma su ricerca diretta, lungo lo Ionio reggino, nel tratto di costa di Brancaleone (Costa dei Gelsomini). L'assenza di riscontri positivi negli altri due settori costieri (ottenuti solo in anni successivi in uno di questi, la Costa degli Aranci catanzarese), ha quindi indotto a passare dai monitoraggi estensivi (ampia estensione d'area, bassa frequenza di controllo) ai monitoraggi intensivi (ridotta estensione d'area, alta frequenza di controllo), concentrando le ricerche proprio lungo la Costa dei Gelsomini, da Capo Bruzzano a Melito di Porto Salvo. Dalla stagione 2004, lo "sforzo di ricerca" in questo settore costiero di circa 36 km di sviluppo si è mantenuto costante, potendosi valutare in circa 1.150 km di monitoraggi pedestri percorsi in media a stagione.
Su queste basi operative, si è così rapidamente scoperta, e costantemente confermata e misurata negli anni, l'importanza strategica della costa ionica reggina per la nidificazione di *Caretta* in Italia. Lungo quei 36 km di costa sabbiosa (che a diritto può definirsi l'unica "Costa delle tartarughe" italiana), si concentrano, infatti, a secondo gli anni, 15-20 nidi a stagione (con un record di 23 nel 2013), pari a circa il 60% di tutti i nidi segnalati annualmente nel Paese (tra 30 e 40). L'importanza della regione non si limita però a questo. Le ricerche del progetto TARTA*Care* hanno, infatti, accertato una ricorrenza più o meno regolare di nidificazione anche in altri settori costieri della Calabria, sia ionici (costa catanzarese, in particolare) che tirrenici (golfo di S. Eufemia e costa cosentina), anche se in più contenuta dimensione numerica (complessivamente 5-8 nidi a stagione), per un contributo complessivo regionale che si attesta mediamente sul 70-75% del quadro nazionale.
I "numeri" della regione si possono riassumere in circa 200 nidificazioni accertate nel periodo 2000-2014, per più di 11.200 piccoli andati a mare. Si tratta di valori straordinari a livello nazionale, ma relativamente piccoli nel quadro Mediterraneo, dove i siti riproduttivi più importanti si rinvengono in Grecia, Turchia, Cipro e Libia, paesi che concentrano da soli il 97% dei circa 7200 nidi annualmente deposti nel Bacino da circa 3.000 femmine nidificanti.

L'importanza conservazionistica della popolazione nidificante nella Calabria ionica è tuttavia, a livello mediterraneo, ben superiore alla sua relativamente piccola consistenza numerica. La collaborazione instaurata tra il Laboratorio dell'UNICAL e il Dipartimento di Biologia dell'Università di Roma "Tor Vergata" (prof. Andrea Novelletto), nonché l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Rieti (dott.ssa Luisa Garofalo), ha, infatti, permesso di scoprire che le tartarughe calabresi sono un *unicum* biologico, poiché mostrano caratteristiche genetiche che le differenziano da tutte le altre popolazioni mediterranee. Le analisi genetiche (mtDNA) effettuate su campioni biologici (gusci schiusi, feti morti) dei nidi hanno permesso di analizzare la composizione del *pool* genico delle tartarughe nidificanti lungo la costa ionica reggina e di confrontarlo con quello delle altre popolazioni del bacino del Mediterraneo. I risultati evidenziano l'unicità genetica della popolazione, caratterizzata dalla presenza, in percentuale rilevante, di due aplotipi esclusivi, nonché da una diversità genetica intra-popolazionistica che non ha uguali in Mediterraneo e che riflette un elevato grado d'isolamento. L'unicità genetica della piccola popolazione calabrese rappresenta indubbiamente il suo principale valore conservazionistico in termini biologici.
Dal 2009, le ricerche del progetto si sono poi estese, grazie alla collaborazione con il prof. Paolo Luschi e la dott.ssa Resi Mencacci (Dipartimento di Biologia, Università di Pisa) e tramite l'utilizzo della telemetria satellitare (sistema Argos), allo studio degli aspetti migratori - primo tentativo del genere a livello nazionale - ossia all'individuazione delle rotte post e pre-riproduttive seguite dalle femmine, nonché alla mappatura delle relative aree di residenza e alimentazione.
Nonostante la non piccola difficoltà di localizzare una femmina in emersione notturna lungo un'estensione di 36 km di costa, l'operazione ha avuto successo, consentendo di munire otto tartarughe di trasmettitori satellitari. I risultati

Fig. 5. La ricerca delle tracce di emersione notturna di Caretta avviene tramite monitoraggi pedestri degli arenili, condotti nelle primissime ore del mattino. L'attività richiede, ad ogni operatore, la percorrenza stagionale di oltre 200 km (Bruzzano, 13.06.2013, foto G. Parise)

Fig. 6. Traccia di nidificazione di Caretta. Quando ben conservate, le tracce sono facilmente riconoscibili anche a distanza, ma gli agenti atmosferici (vento, pioggia), o il calpestamento umano, le possono rapidamente cancellare. Prima di deporre, la femmina ha compiuto ripetuti tentativi di scavo (Brancaleone, 12.07.2005, foto T. Mingozzi)

Fig. 7. Dettaglio di una traccia di emersione di Caretta al suo rientro al mare. Si notino la "zigzagante" striscіata centrale, lasciata dal piastrone, e i solchi laterali, impressi dagli arti nella deambulazione (Brancaleone, 18.06.2014, foto T. Mingozzi)

Fig. 8. Ogni nido di Caretta contiene mediamente un centinaio di uova delle dimensioni di una pallina da ping-pong, di circa 30 g di peso (Brancaleone, 11.06.2007, foto P. Storino)

del monitoraggio (http://www.seaturtle.org/tracking/index.shtml?project_id=427&dyn=1412238419) hanno evidenziato che, dopo la nidificazione, tutte le femmine seguono rotte migratorie molto simili tra loro, lungo un "canale" piuttosto stretto sino a Malta, che si allarga quindi a ventaglio verso la costa tunisina, in un settore costiero compreso tra il Golfo di Hammamet, a nord, e il Golfo di Gabès, a sud (arco di circa 200 km). Qui le femmine sostano per due o tre anni, frequentando ognuna aree distinte (le stesse, di anno in anno) della fascia neritica e diversificate tra la stagione estiva e quella invernale, prima di tornare a riprodursi lungo la costa reggina. L'aspetto più inedito e sorprendente dello studio riguarda però i movimenti circolari molto ampi ("*loop*") - sino a un massimo di 500 km di sviluppo -, mai segnalati prima in Mediterraneo, e molto raramente altrove, che le femmine compiono nei circa quindici giorni intercorrenti tra una nidificazione e l'altra (da due a quattro a stagione), allontanandosi anche di 160 km a sud della costa reggina. Il significato biologico del fenomeno non è ancora stato chiarito.

Il futuro di questa importante area di nidificazione, relitto di una ben più consistente popolazione del recente passato (come inducono a pensare le testimonianze orali), è fortemente a rischio. Le abitudini di vita di questi rettili si scontrano con il crescente uso antropico delle coste e del mare.

I rischi cui vanno incontro i nidi sono molteplici, se si considera che il periodo di schiusa coincide in larga misura con il periodo di massimo affollamento turistico delle spiagge. Di per sé, la fruizione turistica degli arenili non avrebbe un effetto distruttivo sui nidi, se non fosse associata a interventi quanto meno discutibili di "gestione" degli arenili e a un'urbanizzazione spesso incontrollata. Basti citare lo spianamento e la pulizia meccanica degli arenili (oltre che il passaggio illecito di mezzi fuoristrada), pratica diffusissima in tutte le coste calabresi, causa di distruzione diretta non solo di nidi di *Caretta*, ma anche dell'intero ecosistema dunale.

La diffusione di luci artificiali, che si accompagna all'urbanizzazione costiera, costituisce poi il maggior fattore di rischio. Al momento dell'emersione dal nido, i piccoli di tartaruga sono, infatti, fortemente attratti dalle luci che li portano a dirigersi nella direzione opposta al mare, ossia verso sicura morte (diversi casi verificati negli anni). Si aggiunga, che il fenomeno dell'erosione costiera, in buona parte attribuibile all'azione antropica, ha determinato, nell'area di ricerca reggina, la scomparsa di non meno di 6 km d'arenile, potenzialmente idoneo alla nidificazione della specie.

A fronte di condizioni elevate di rischio (per cause antropiche o anche naturali, come un'eccessiva vicinanza alla battigia), i nidi di *Caretta* possono essere traslocati (*in situ relocation*) in settori d'arenile più sicuri, applicando procedure standard adottate a livello internazionale. Si tratta di un'operazione frequentemente attuata nel progetto TARTA*Care* e che ha permesso di garantire la schiusa di 75 nidi, dal 2006 a oggi.

La sopravvivenza di *Caretta* non è solo legata alla fase di vita terrestre, ossia al successo della riproduzione. Le cause del grave declino delle popolazioni mediterranee sono da ricercarsi anche nel forte incremento della mortalità nella fase di vita marina. Le cause riguardano il diretto impatto che l'inquinamento marino, lo sviluppo del traffico nautico e, soprattutto, le attività di pesca, hanno su questi animali. Si stima che almeno 60.000 esemplari siano catturati ogni anno nel Mediterraneo e che almeno 20.000 siano quelli vittima delle attività di pesca nei mari italiani. L'impatto delle attività di pesca è stato indagato anche nell'area reggina,

LA MERAVIGLIOSA AVVENTURA DELLA CARETTA CARETTA

Fig. 9. Il momento del rientro a mare di "Zeffiria", prima femmina di Caretta seguita con telemetria satellitare. Nell'immagine è visibile l'antenna dello strumento, fissato dorsalmente sul carapace dell'animale (Bruzzano Zeffirio, 16.07.2009, foto P. Storino).

Fig. 10. Piccoli alla schiusa. Ogni schiusa si protrae normalmente per più notti, ma spesso più della metà dei piccoli emerge nel corso della prima notte (Spropoli, 8.09.2013, foto T. Mingozzi)

LA MERAVIGLIOSA AVVENTURA DELLA CARETTA CARETTA

Fig. 11. Al momento della schiusa, i piccoli di Caretta sono lunghi circa 4 cm per 15 g di peso (Ferruzzano, 21.08.2009, foto P. Storino)

Fig. 12. Tracce di piccoli alla schiusa. Le tracce che i piccoli lasciano sull'arenile per raggiungere il mare sono molto caratteristiche e, se non intervengono fattori di disorientamento (fonti luminose artificiali), presentano un andamento pressoché lineare (Spropoli, 7.09.2013, foto T. Mingozzi)

Fig. 13. Alcuni tratti dell'area di nidificazione sono soggetti a forte erosione costiera: la scomparsa o la forte riduzione dell'arenile compromette ogni possibilità di ovodeposizione per Caretta. Nelle immagini, lo stesso tratto di costa prospiciente il Camping Doccica (Palizzi), ripreso nell'estate 1986 (sopra, foto G. Antonacci) e il 3.09.2012 (sotto, foto T. Mingozzi)

Fig. 14. Lo spianamento meccanico degli arenili è una delle principali cause di distruzione di nidi di Caretta, oltre che un fattore distruttivo per l'intero ecosistema dunale. Nell'immagine, spianamenti nel settore costiero di Sibari (CS), occasionale area di nidificazione di Caretta (31.08.2008, foto T. Mingozzi)

Fig. 15. Giovane esemplare di Caretta pescato, al largo di Capo Spartivento, con la tecnica del palangaro derivante. Le catture accidentali nelle attività di pesca costituiscono causa di ferimento o morte di un numero elevatissimo di esemplari di tartaruga marina (31.08.2007, foto G. Cambiè)

grazie alla tesi di dottorato in co-tutela della dott.ssa Giulia Cambiè (Università di Santiago de Compostela, Spagna). Lo studio ha rivelato come *Caretta* costituisca, dopo il pesce spada *Xiphias gladius*, la specie più frequentemente catturata (n = 17 soggetti, 36,7%, su di un campione complessivo di n = 46 catture) con il "palangaro derivante", una delle tecniche più diffuse di pesca per tonno e pesce spada. Considerando il numero di barche della flotta, la ricerca stima come probabile la cattura (il ferimento o la morte) di circa 500 tartarughe a stagione nella sola area reggina. Le analisi genetiche hanno poi evidenziato che si tratta di tartarughe (prevalentemente soggetti immaturi) nate anche in altre parti del Mediterraneo - forse soprattutto in Grecia - e che ritrovano nelle acque prospicienti la costa calabra un importante *hot spot* di aggregazione alimentare. L'utilizzo di attrezzature da pesca appositamente studiate (in particolare, l'utilizzo di ami circolari, i cosiddetti *circle hook*), dovrebbe contribuire, con una parallela azione d'informazione nel mondo dei pescatori, a ridurre l'impatto e la morte di molti animali.

E' questo uno degli obiettivi che si prefigge il progetto di finanziamento europeo "LIFE Caretta Calabria" LIFE12 NAT/IT/001185, promosso da UNICAL (insieme con altri partner) e approvato nel 2013 dalla Comunità Europea (European Commission, Directorate - General Environment, ENV.E.3 - Life Nature). Il progetto - il primo del suo genere in Calabria e incentrato sull'area reggina - prevede anche, in quattro anni di lavoro (2014-2017), azioni mirate alla conservazione e al ripristino degli habitat costieri di quattro settori strategici per la nidificazione di *Caretta*, l'eliminazione e la mitigazione dei principali fattori di rischio per il successo riproduttivo della popolazione (in particolare, l'inquinamento luminoso). Il Life Caretta dovrebbe alla fine condurre a un piano di gestione integrata della zona costiera (GIZC) per la salvaguardia degli habitat NATURA 2000 (serie dunali) e degli habitat di *Caretta*, attualmente sottoposti a forte pressione antropica, nonché alla redazione di linee guida per la gestione degli ambienti costieri da estendere a tutto il territorio regionale, accompagnate da una diffusione capillare di "buone pratiche" e comportamenti per una corretta fruizione delle aree della costa interessate alla nidificazione della specie, indirizzate agli amministratori locali.

Al di là dei risultati scientifici della ricerca, della sua valenza didattica per molti studenti e delle azioni di tutela intraprese, l'importanza del progetto TARTA*Care*, e del Life ora associato, si misura anche nelle ricadute di sensibilizzazione che sta producendo sull'opinione pubblica. Nel 2013, oltre 700 persone hanno assistito, per tre notti consecutive, alla schiusa del nido di Bonifati (forse nessun altro evento biologico ha mai attirato tanto pubblico in Italia). E' il riflesso dell'incredibile potenza mediatica di *Caretta*. Gli zoologi chiamano questi animali "specie bandiera", per la grande importanza strategica che hanno nella conservazione della natura, tanto più se per le loro caratteristiche ecologiche svolgono un ruolo chiave negli ecosistemi: la loro tutela implica automaticamente la conservazione di numerose altre specie, a esse direttamente o indirettamente legate, attraverso la salvaguardia di estensioni di habitat ed ecosistemi naturali.

In effetti, tutelare la tartaruga marina significa tutelare le spiagge e il mare dal degrado. Gli operatori del progetto sono da sempre attivi nel far conoscere alle amministrazioni locali e ai cittadini l'importanza di una tale presenza. La speranza è che la Costa Ionica reggina possa diventare davvero la "Costa delle tartarughe", unica in Italia, anche attraverso l'impegno delle amministrazioni e di tutti i cittadini per il rispetto e la tutela di questi straordinari animali e dell'ambiente in cui si riproducono. In un'area di così rilevanti problemi socio-economici, *Caretta* potrebbe rappresentare un richiamo forte (il "valore aggiunto") per una micro-economia e un turismo basato sulla salvaguardia e la fruizione intelligente delle risorse naturali.

Fig. 16. Le schiuse pubbliche dei nidi sono un importante momento di sensibilizzazione di residenti e turisti sulle tematiche della conservazione della natura. La loro forte attrattiva di tali eventi è testimoniata dalla partecipazione di un pubblico sempre molto numeroso (Bova Marina, 4.08.2013, foto G. Parise).

LA METEOROLOGIA SPAZIALE:
perché dovremmo (pre)occuparci
delle condizioni fisiche dello spazio circumterrestre?

Vincenzo Carbone
Direttore Dipartimento di Fisica Unical
Presidente del Gruppo nazionale
"Space Weather Italian Community" (SWICO)
vincenzo.carbone@fis.unical.it

Il Sole ha un impatto notevole sull'ambiente circumterrestre, e la sua estrema variabilità è determinante sia per la nostra tecnologia, sia per le condizioni di vita sulla Terra. La società moderna, infatti, fortemente dipendente dalla tecnologia spaziale, risulta essere estremamente vulnerabile rispetto alle condizioni dell'ambiente circumterrestre e spaziale. Oggi tutte le nazioni tecnologicamente avanzate si stanno rapidamente dotando di servizi di Meteorologia Spaziale per cercare di prevenire o mitigare il rischio da eventi estremi spaziali, che potrebbero avere effetti catastrofici, dal punto di vista economico e sociale, sulle condizioni di vita e sul mantenimento del grado di benessere tecnologico raggiunto dall'umanità.

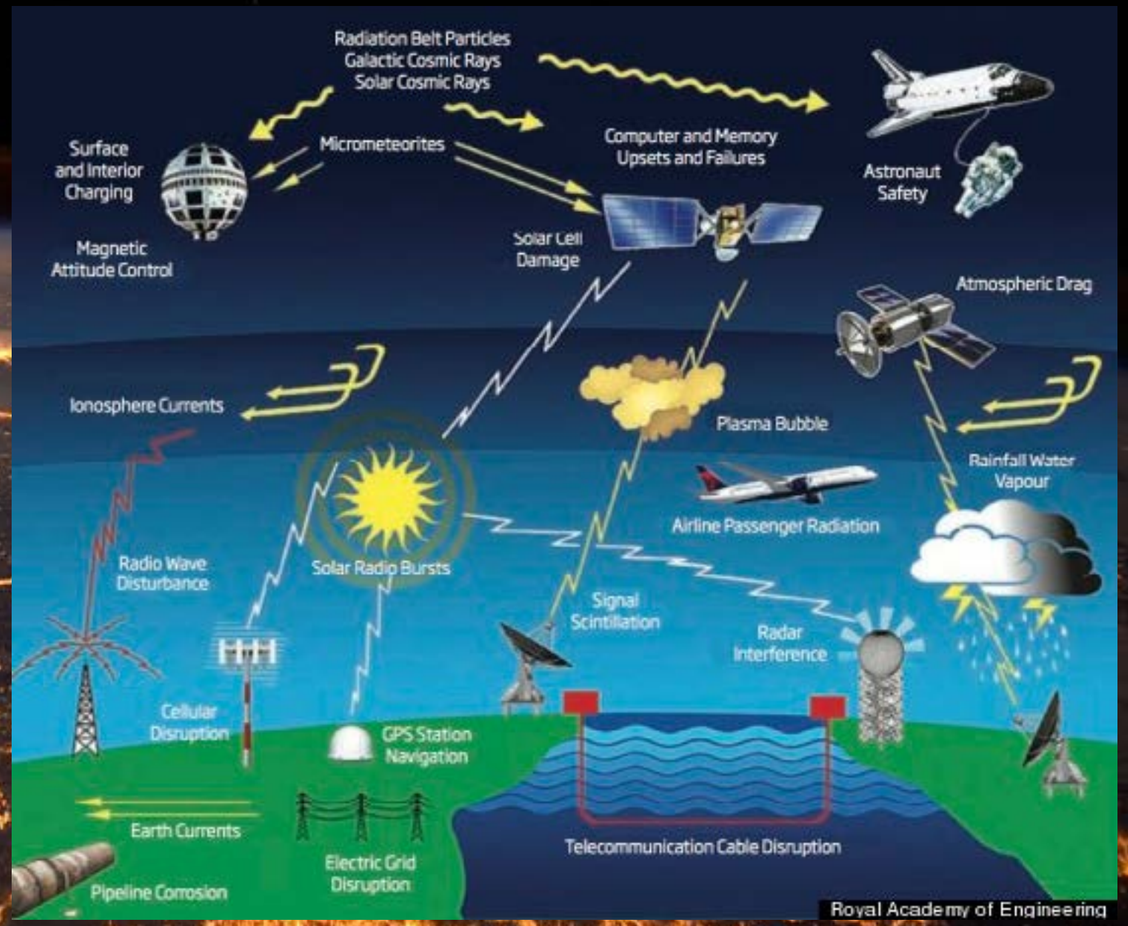
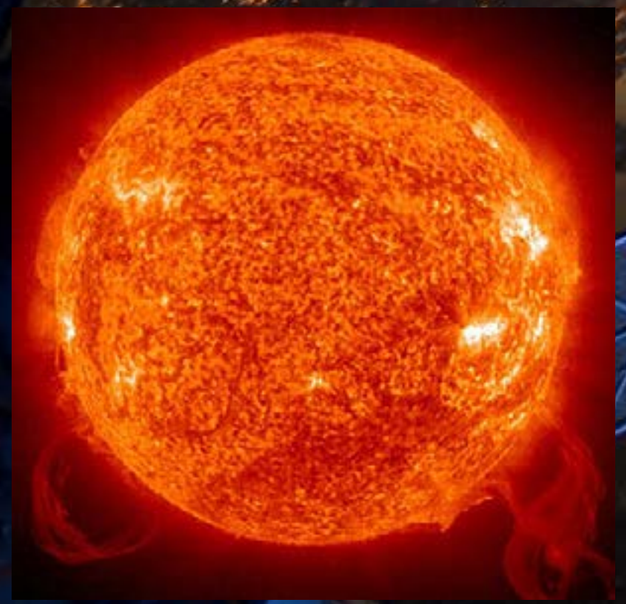


Figura 1: I vari effetti che coinvolgono processi di Space Weather nelle strutture a Terra e nello spazio



Di cosa si tratta

Il giorno 1 Settembre 1859, poco prima di mezzogiorno, l'astronomo inglese Richard C. Carrington, mentre stava osservando un gruppo di macchie solari, fu colpito da due intensi lampi di luce bianca proveniente dal Sole. Di intensità eccezionalmente alta, i lampi durarono circa cinque minuti per poi affievolirsi e scomparire. Fu una delle prime osservazioni di un fenomeno che oggi è conosciuto come brillamento solare (flare), ossia il rilascio esplosivo di energia magnetica dal Sole causato probabilmente da un processo di riconnessione magnetica delle linee di forza del campo. Questo "super-flare" innescò il rilascio, da parte della corona solare, di una gigantesca nube di gas ionizzato (Coronal Mass Ejection, CME) che, dopo circa 17.6 ore, percorrendo i 150 milioni di chilometri che separano il Sole dalla Terra ad una velocità eccezionalmente alta, impattò l'ambiente circumterrestre. Il giorno dopo, 2 Settembre 1859, si osservò un rapido aumento di assorbimento delle onde radio da parte della ionosfera, un fenomeno oggi chiamato Sudden Ionospheric Disturbance (SID), causato da un improvviso aumento della densità del gas ionosferico. Sulla terra, intense correnti elettriche si propagarono lungo le linee telegrafiche causando incendi, malfunzionamento ed interruzioni degli stessi servizi telegrafici. La notte si osservarono aurore boreali fino alle latitudini caraibiche, come mai era accaduto in precedenza. Questo suggerì l'idea che "eventi solari" potessero essere connessi con eventi legati alla struttura magnetica della Terra. Eminenti scienziati dell'epoca si dichiararono scettici al riguardo. Infatti all'epoca si pensava che lo spazio fra il Sole e la Terra fosse semplicemente vuoto. Tanto per dare un esempio, nel 1892, Lord Kelvin, uno dei fisici più influenti del XIX secolo, dichiarava: "La supposta connessione fra tempeste magnetiche e macchie solari è irreale, e l'apparente accordo tra i due periodi è stata una mera coincidenza." Infatti è del 1908 la scoperta dell'esistenza dei campi magnetici nelle macchie solari, dovuta a G.E. Hale. Nel 1931, Sidney Chapman e Vincent Ferraro (un fisico di origine italiana stabilitosi a Londra, antesignano della famigerata "fuga dei cervelli"), costruirono un modello fisico per spiegare l'esistenza di una relazione diretta Sole-Terra legata al trasporto di gas ionizzato dal Sole. Il modello fu perfezionato da E. Parker nella seconda metà degli anni '50 che chiamò "vento solare" il flusso supersonico di plasma da cui è permeata l'eliosfera. Il flusso di vento solare è stato quindi misurato con i primi satelliti artificiali spediti in orbita. Di fatto, grazie alla proliferazione dei voli spaziali, oggi sappiamo che il Sole è connesso alla Terra in modo estremamente più complesso di quanto si poteva immaginare, **ma sicuramente R.C. Carrington fu il primo ad introdurre il concetto nuovo** che stiamo trattando, oggi chiamato Space Weather.

Con il termine Meteorologia Spaziale, traduzione del corrispondente termine inglese, ci si riferisce oggi all'insieme delle conoscenze relative alle condizioni fisiche del Sole e dello spazio interplanetario, legate alla magnetosfera, alla ionosfera e alla termosfera terrestre, che non solo hanno un impatto sulla funzionalità e sulle prestazioni degli strumenti tecnologici, ma influenzano la vita sulla Terra e la salute dell'uomo. Questo aspetto delle relazioni che legano strettamente il Sole alla Terra, sono differenti dall'influenza che ha il Sole sulle condizioni climatiche terrestri e sui cambiamenti climatici. In quest'ultimo caso, infatti, l'influenza del sole avviene

[1]http://www.economics.noaa.gov/?goal=weather&file=events/space

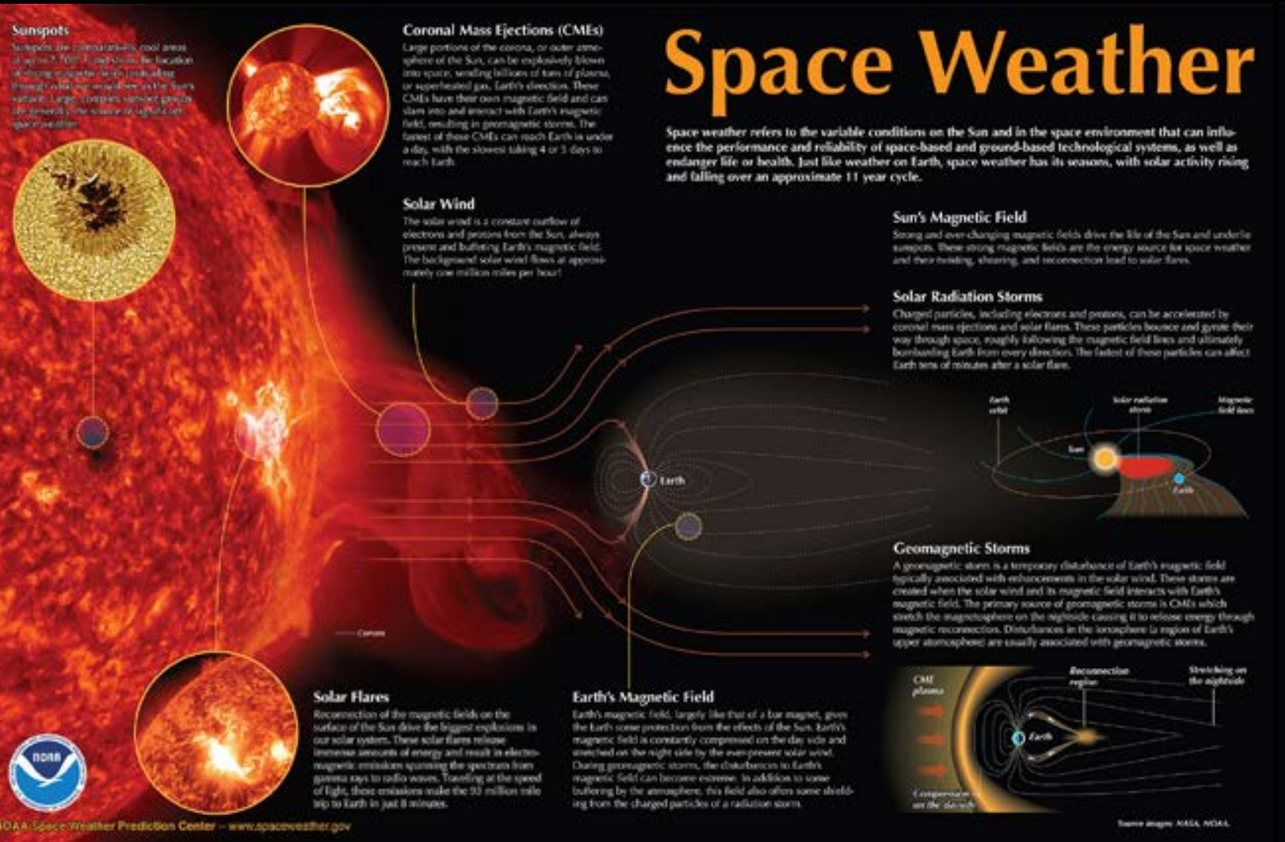


FIGURA 2: Uno schema della fisica delle relazioni Sole-Terra (A. Cuandra, NOAA)

su tempi scala molto lunghi, che vanno da qualche mese fino ai millenni, mentre nel caso delle condizioni fisiche spaziali, come mostrato dall'Evento Carrington le relazioni avvengono su tempi scala dell'ordine delle ore fino a qualche giorno.
La società moderna, fortemente dipendente dalla tecnologia spaziale, molto più che in passato risulta essere estremamente vulnerabile rispetto alle condizioni dell'ambiente circumterrestre.Infatti, come previsto da Carrington, oggi sappiamo che le variazioni sostanziali dell'ambiente circumterrestre sono fisicamente innescate da eventi esplosivi che avvengono nell'atmosfera del Sole, in conseguenza dei quali si verificano disturbi magnetici nello spazio e flussi di particelle ad alta energia che rapidamente raggiungono l'orbita terrestre. Come è facile intuire, tutto questo ha una influenza rilevante per la vita sulla Terra e per la salute dell'uomo. Infatti le infrastrutture nazionali ed internazionali sono oggi entità complesse ed interdipendenti, nel senso che anche il blocco di una parte di esse, ha come conseguenza un impatto notevole sull'intero pianeta.
Le conseguenze della relazione Sole-Terra sono documentabili soprattutto dal punto di vista tecnologico ed ovviamente economico. Esistono molti esempi, anche recenti, in grado di illustrare chiaramente la catena di eventi che si possono produrre a Terra a seguito di un'eruzione solare significativa. Ad esempio circa 3 giorni dopo un'eruzione solare che si verificò il 10 marzo 1989, non solo si osservarono splendide aurore anche a basse latitudini (Florida e Cuba), ma le correnti elettriche indotte a terra dalle fluttuazioni del campo geomagnetico provocarono il black-out dell'intero Québec, lasciando nella notte oltre 6 milioni di persone senza corrente, bloccando porte e ascensori ed interrompendo il funzionamento della segnaletica stradale. Più recentemente, due tempeste solari molto importanti si sono verificate il 14 luglio del 2001 (generando la cosiddetta "tempesta del giorno della Bastiglia") ed il 29 ottobre del 2003 ("tempesta di Halloween"). Le significative interferenze nelle comunicazioni radio causarono la cancellazione di diversi voli intercontinentali le cui tratte lambivano le zone circumpolari, in modo da evitare l'esposizione dei passeggeri al possibile bombardamento di particelle ad alta energia. L'accuratezza del segnale GPS fu degradata significativamente e diverse spedizioni militari marittime furono annullate. Molti satelliti per uso militare e civile furono messi in "safe mode" (lasciando in funzione solo le componenti elettroniche principali), ma ciononostante un satellite scientifico giapponese (costo 640 milioni di dollari) fu danneggiato in modo permanente. Le intense correnti indotte a terra costrinsero i gestori degli elettrodotti posti in prossimità delle zone aurorali a prendere misure di emergenza per evitare nuovi black-outs.

Una stima di quello che succederebbe oggi se un evento Carrington dovesse ripetersi è riportata in diversi reports. Nel report NASA dal titolo "Severe Space Weather Events: Understanding Societal and Economic Impacts", del 2009, possiamo leggere che "a contemporary repetition of the Carrington Event would cause … extensive social and economic disruptions". Il Report continua ricordando che alcuni dei problemi che insorgerebbero potrebbero essere facilmente risolvibili, mentre molti servizi essenziali alla società moderna avrebbero bisogno di molto tempo per poter essere ripristinati, se mai fosse realmente possibile. Infatti, solo per il primo anno, è stato stimato in almeno 2000 miliardi di dollari il costo per ripristinare le condizioni negli USA determinate da un eventuale evento Carrington. Tanto per dare un'idea, nel caso peggiore, l'umanità ritornerebbe, in un breve lasso di tempo e con enormi difficoltà di ripresa, quasi ad una epoca pre-industriale.

Un impulso determinante per la presa di coscienza del rischio da eventi di space weather, è stato dato da un documento del 2013 rilasciato contemporaneamente dall'Office of the Federal Cordinator for Meteorological Services, dal National Space Weather Program Council e dal Joint Action Group for Space Environmental Gap Analysis, in risposta ad una specifica richiesta dell'Ufficio Esecutivo del Presidente degli Stati Unit Barak Obama[2]. Il documento contiene un'analisi dettagliata dei possibili danni da eventi di Space Weather che coinvolgono:

1) Reti elettriche: possibili blackout su larga scala e danni permanenti ai trasformatori, che richiedono un tempo relativamente lungo di ripristino;
2) Comunicazioni Satellitari Globali: possibili interruzioni di servizi distribuiti, che hanno un notevole impatto tra gli altri su servizi finanziari, servizi di telemedicina, servizi governativi e servizi Internet;
3) Sistema di Posizionamento Globale (GPS): danni a questi sistemi hanno un impatto notevole riguardo a operazioni militari di precisione, traffico aereo, trasporti, agricoltura, commercio navale e navigazione, transazioni finanziarie, comunicazioni telefoniche tramite cellulari;
4) Satelliti artificiali in orbita: possibili danni per la perdita del flusso di comunicazioni incidono sulla vulnerabilità da attacchi militari, sull'aumento della probabilità di impatto con detriti spaziali, sui rischi per la sicurezza degli astronauti in orbita.

Da quanto detto si capisce che l'impatto di eventi di Space Weather non riguarda solo gli USA, ma rappresenta un rischio a livello planetario. Visto l'alto livello politico da cui proviene il Report, scaturito dalla sollecitazione della Casa Bianca, tutti i governi, ed in particolare quelli dell'Eurozona, dopo il 2013 hanno accelerato notevolmente i tempi di attuazione dei servizi di Space Weather nazionali che, a partire dal 2016/2018, andranno ad interfacciarsi con un servizio comune europeo. A quella data, anche gli aerei intercontinentali di linea, soprattutto quelli che seguono le rotte polari, dovranno dotarsi di un servizio di Space Weather per garantire la salute dei passeggeri e degli equipaggi.
E' necessario quindi pre-occuparci per possibili eventi estremi di Space Weather, ossia, in senso letterale, occuparci della cosa prima che un evento estremo malauguratamente possa accadere. Si tratta di studiare e capire innanzitutto come funzionano le relazioni Sole-Terra da un punto di vista scientifico; quindi costruire modelli di predicibilità degli eventi estremi che possono avere un'alta probabilità di impatto; ed infine dotarsi di sistemi che siano in grado di prevenire ed eventualmente mitigarne gli effetti sulle strutture in orbita ed a terra.
Molti modelli di predicibilità danno informazioni probabilistiche sulle proprietà eruttive del Sole e, contemporaneamente, sulle condizioni dello spazio circumterrestre e sulla ionosfera.
La caratterizzazione e/o la predizione degli eventi spaziali dal Sole fino alla superficie della Terra si basano sulle osservazioni del Sole. Quando ha luogo un brillamento solare o una CME, questo diventa un dato di input nei modelli fisici, o in quelli empirici, per determinare il possibile impatto sui satelliti in orbita, sugli impianti

[2] Report on *Space Weather observing systems: Current capabilities and requirements for the next decades* (2013)

di comunicazione e sistemi di navigazione satellitare, o altri impatti legati agli utenti terrestri che dipendono dalla tecnologia spaziale.
La modellizzazione dello Space Weather è centrale per il futuro sviluppo di questi servizi. I modelli sono innanzitutto utilizzati per interpolare le misure sparse fra gli osservatori ed i luoghi di interesse degli utenti. I modelli sono anche utilizzati per predire scenari futuri, a partire da un insieme di condizioni iniziali che sono il prodotto delle analisi dei dati. Oggi questi modelli sono un mix di modellizzazione parametrica, tecniche statistiche avanzate e modelli fisici reali, ma non esiste nessuna tecnica in grado di fornire una indicazione a priori sulle reali performance di predicibilità di questi modelli. Sul lungo periodo si spera che i modelli fisici potranno essere in grado di raggiungere una condizione di maturità tale da soppiantare gli altri tipi di modellizzazione, ma a tutt'oggi la situazione è di sostanziale equilibrio e questo dimostra come lo stato della comprensione scientifica della fisica spaziale sia ancora ad uno stato non avanzato, al punto da consentire l'applicazione di modelli fisici allo Space Weather. I tempi tipici per una efficace predicibilità variano da 1-3 giorni di anticipo, per eventi quali CME, ed in molti casi un miglioramento significativo richiede nuove e più sofisticate osservazioni spaziali ed il contemporaneo avanzamento nella comprensione scientifica del fenomeno. Estendere questi tempi di predicibilità è fondamentale per attenuare la gravità dell'impatto che hanno questi eventi sulla sicurezza, la regolarità ed il costo delle operazioni richieste sugli impianti tecnologici.

La fisica del sistema Sole-Terra

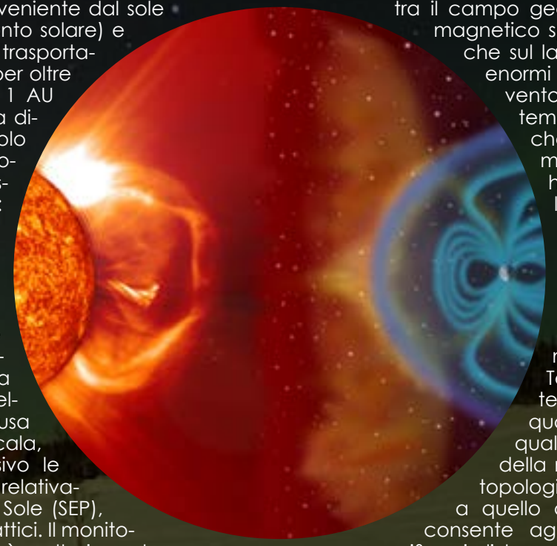
Il sistema Sole-Terra è un sistema complesso, le cui parti sono legate tra loro principalmente dalla radiazione solare, da particelle energetiche e, soprattutto, campi magnetici. In linea di principio, secondo il modello riduzionista che si ha in mente quando si deve affrontare uno studio scientifico, l'approccio sistematico ed approfondito di ciascuna componente dovrebbe portare ad una migliore comprensione della struttura del sistema globale. Tuttavia, il sistema globale Sole-Terra è costituito da molte parti interagenti, la cui risposta ad una singola sollecitazione coinvolge, in modo non lineare, tutte le altre parti del sistema. Infatti è estremamente complicato, se non impossibile, separare il ruolo che le varie componenti del sistema rivestono nella dinamica globale, il cui studio organico risulta quindi estremamente complicato.
Per semplicità di approccio, il sistema costituito dal Sole, dallo spazio interplanetario e dall'ambiente circumterrestre, è suddiviso, in modo abbastanza arbitrario, in sei ambiti differenti. La fisica del sistema è quindi determinata dalle conoscenze specifiche dei sei ambienti e contemporaneamente dalle loro mutue relazioni. Mentre siamo oggi in grado di comprendere con sufficiente accuratezza molta della fisica di base relativa ai sei ambiti, le relazioni che intercorrono fra di essi sono così complesse che solo uno sforzo comune della comunità scientifica internazionale può assicurare risultati in tempi accettabilmente brevi.
I sei ambiti, che coprono lo spazio dal Sole fino alla superficie terrestre, sono: l'atmosfera del Sole, l'eliosfera, la magnetosfera, le aurore, la ionosfera e l'alta atmosfera terrestre. Ogni ambito possiede caratteristiche proprie e riveste una importanza specifica nel sistema globale legato alla meteorologia spaziale. Nel descrivere brevemente le loro principali caratteristiche, cercheremo di cogliere gli aspetti e interrelazioni essenziali per la definizione di Space Weather.

Il Sole

Come nel caso del clima e della usuale meteorologia, il Sole è ultimamente anche la sorgente di tutto il processo di Space Weather. Questo ambito riguarda la determinazione delle condizioni fisiche nella regione racchiusa all'interno di circa 20 raggi solari, a partire dalla zona situata immediatamente al di sotto della superficie solare, ossia la regione convettiva e la tachocline, laddove si genera il campo magnetico che è all'origine della variabilità solare. Le conoscenze sulla fisica solare sono importanti per comprendere i processi che stanno alla base di molti meccanismi teorici di base: ossia il Sole rappresenta per certi aspetti un immenso laboratorio in cui studiare, ad esempio, la fisica delle reazioni nucleari, la fisica dei neutrini, la fisica del plasma, la fluidodinamica, la generazione ed il mantenimento del campo magnetico, etc. Ma il Sole è un oggetto estremamente dinamico, e queste conoscenze sono usate per determinare, monitorare ed eventualmente predire, eventi di Space Weather che sono in relazione con la Terra. Innanzitutto, come è noto, il Sole presenta un ciclo di attività con un periodo di 11 anni, nonché probabilmente cicli con periodi più brevi, tra cui oscillazioni quasi-biennali. Potrebbero esistere inoltre modulazioni della attività con un periodo più lungo (dell'ordine delle centinaia di anni), i cosiddetti grand-minima solari, che hanno una influenza notevole sul clima terrestre. Il periodo undecennale si ritrova in tutti gli eventi di Space Weather, primo fra tutti la radiazione emessa dal Sole, e poi gli eventi esplosivi, come i brillamenti, che si generano nell'atmosfera solare. Questi eventi sono indicativi anche di altri fenomeni caratterizzati dal rilascio di grandi quantità di gas ionizzato dalla corona solare, le cosiddette Coronal Mass Ejections (CME), che si propagano nello spazio e raggiungono l'orbita della Terra.
Gli effetti di questi eventi sullo spazio circumterrestre sono molteplici ed includono un aumento della densità ionosferica causata da radiazione ad alta energia, la maggior parte all'interno della banda dei raggi X, nonché la modulazione delle particelle energetiche solari. Infatti, i brillamenti e le CME producono anche protoni altamente energetici che causano improvvise ed intense variazioni del campo geomagnetico (geomagnetic storms), e precipitazioni di particelle all'interno delle zone polari terrestri. Attualmente siamo nella prima fase discendente del ciclo solare, che ha avuto il suo massimo nel 2013, durante la quale tutte le manifestazioni dell'attività solare sono fortemente accentuate. E' soprattutto nei periodi di massimo dell'attività magnetica solare che gli eventi esplosivi sono più frequenti e quindi causano stati di allerta per fenomeni di Space Weather. L'ultimo minimo solare abbastanza prolungato, ed una diminuzione media dell'intensità dei fenomeni nel massimo di attività solare, potrebbe, secondo alcuni, essere una indicazione che il Sole stia entrando in un periodo di grand-minimo.

L'Eliosfera

E' l'immensa bolla magnetica che contiene il nostro sistema solare. Questa regione è permeata da un flusso continuo di gas ionizzato proveniente dal sole a velocità supersoniche (il vento solare) e dal campo magnetico solare trasportato dal vento, che si estende per oltre 50 Unità Astronomiche (AU), 1 AU = 150 × 10^6 km rappresenta la distanza tra il Sole e la Terra. Solo una piccola porzione dell'eliosfera è principalmente interessante per lo Space Weather: quella parte che va dal Sole fino all'orbita di Marte, ossia circa 1.5 AU. La radiazione solare impiega circa 8 minuti per percorrere la distanza di 1 AU, mentre il vento solare e le CME impiegano qualche giorno per percorrere tale distanza e raggiungere così l'orbita della Terra. Il vento solare, a causa della turbolenza a piccola scala, può deviare in modo diffusivo le particelle cariche di energia relativamente bassa provenienti dal Sole (SEP), così come i raggi cosmici galattici. Il monitoraggio continuo dell'eliosfera è molto importante perché potrebbe consentire ad eventuali operatori di Space Weather di prevedere se e quando una fluttuazione innescata per esempio da una CME potrebbe causare una tempesta magnetica sulla Terra. Molti satelliti artificiali in orbita sono adibiti a questo scopo. In particolare il satellite Advanced Composition Explorer (ACE) si trova in una posizione privilegiata dell'asse Sole-Terra, ossia nel punto Lagrangiano L1[3], approssimativamente a distanza di 240 raggi terrestri. Da questo punto un operatore può operare una previsione a breve termine, dell'ordine di 45 minuti. Altri satelliti, in orbite più vicine al Sole, possono essere utilizzati per previsioni più a lungo periodo.



La Magnetosfera

E' la cavità magnetica che circonda la Terra. Questa cavità è "scavata" dal vento solare che fluisce attraverso i suoi fianchi a causa del campo magnetico terrestre (campo geomagnetico) il quale impedisce, o perlomeno ostacola, l'ingresso diretto del vento solare nella cavità. Sul lato diurno della magnetosfera (ossia nella direzione che punta verso il Sole) si trova la magnetopausa, che si estende per circa 8-10 raggi terrestri (RE). Questo schermo protettivo del lato diurno della Terra, che come abbiamo detto blocca essenzialmente il vento solare, è però estremamente sensibile ai cambiamenti di velocità e di direzione del vento solare ed alle variazioni del campo magnetico nello spazio interplanetario, il quale, trasportato dal vento solare, si accoppia con il campo geomagnetico vicino alla magnetopausa. Le variazioni intense del vento solare possono essere monitorate come perturbazioni del campo magnetico dai satelliti in orbita geostazionaria a circa 7.7 RE ed anche a terra tramite osservatori magnetici. Sul lato notte della magnetosfera, il vento solare tende a trascinare il campo geomagnetico a distanze fino a diverse centinaia di RE in quella che viene chiamata la coda magnetica terrestre. Tuttavia, un processo fisico noto come la riconnessione magnetica, che si verifica tra il campo geomagnetico ed il campo magnetico spaziale, sia sul lato diurno che sul lato notturno, può trasferire enormi quantità di energia dal vento solare verso la Terra. Le tempeste geomagnetiche, che hanno un periodo medio di qualche giorno, hanno luogo infatti quando l'energia trasferita dal vento solare viene depositata nella coda magnetica, costruendo a volte situazioni in cui una frazione dell'energia è rilasciata nelle vicinanze della Terra sotto forma di sotto-tempeste magnetiche, le quali hanno un periodo di qualche ora. Il monitoraggio della magnetosfera in termini di topologia magnetica, associato a quello di particelle energetiche, consente agli operatori di rilevare il verificarsi di tempeste geomagnetiche e di prevedere la probabilità di sotto-tempeste magnetiche che ne derivano.

[3] Il punto Lagrangiano L1 è sostanzialmente un punto di equilibrio gravitazionale del sistema Sole-Terra. Per un oggetto che si trova in uno di questi punti, la forza gravitazionale terrestre è bilanciata dalla forza gravitazionale solare

Le Aurorae

L'aurora è un fenomeno associato con l'attività geomagnetica che ha luogo generalmente nelle regioni polari e, comunque, soprattutto ad alte latitudini; aurore tipiche appaiono nella termosfera a circa 100-250 km sopra la terra come risposta ad un aumento dell'attività geomagnetica. L'aurora ottica è dovuta all'interazione collisionale tra gas atmosferici, per lo più neutri, e la precipitazione di elettroni energetici e protoni che si diffondono lungo le linee del campo magnetico della magnetosfera più lontana verso le zone polari della Terra. Le particelle cariche sono in genere di energia sufficiente a ionizzare per collisione i gas atmosferici, con conseguente aumento della densità di elettroni all'interno di alcune regioni caratteristiche della ionosfera, comunemente indicati come strati E ed F. Questo effetto può causare disturbi alla propagazione delle onde radio che sono essenziali per le comunicazioni e per la navigazione. Durante i periodi di tempesta geomagnetica, il verificarsi di sotto-tempeste geomagnetiche può innescare sia aumenti anche considerevoli della densità elettronica all'interno della zona aurorale modificandone il profilo, sia le spettacolari aurore osservate comunemente. L'accoppiamento fra le particelle cariche e le onde che si possono propagare tipicamente nei gas ionizzati, possono favorire forti variazioni spaziali e temporali della densità elettronica che causa, per esempio, fluttuazioni capaci di compromettere le prestazioni dei radar utilizzati per le normali operazioni militari di difesa. L'energia dissipata durante le tempeste geomagnetiche può anche causare un aumento della forza di trascinamento dei satelliti in orbita a causa del riscaldamento del gas atmosferico e dell'espansione verso l'esterno dell'alta atmosfera, con conseguente perdita di stabilità dei satelliti stessi.

La Ionosfera

La ionosfera è la regione superiore dell'atmosfera della Terra, che si estende da 50 km di altezza fino a 600 km ed è di fondamentale importanza per lo Space Weather. A causa della radiazione ultravioletta solare a piccole lunghezze d'onda (ossia minori di 0,1 micron), che è direttamente proporzionale alla distanza dalla Terra, ed al fatto che la densità dell'atmosfera ne è inversamente proporzionale, questa regione contiene una piccola percentuale di elettroni liberi e di ioni prodotti da fotoionizzazione dei costituenti dell'atmosfera. La densità elettronica tuttavia presenta alcuni picchi a differenti altezze, per cui la ionosfera è in realtà suddivisa in tre regioni dette D, E ed F, che a sua volta si suddividono in due sub-layers F1 ed F2. Anche se la frazione percentuale di cariche libere è piccola, come è noto la morfologia della ionosfera ha effetti fondamentali per la propagazione delle onde radio perché la frequenza di plasma a cui sono riflesse le onde elettromagnetiche dipende dalla densità elettronica, in particolare la frequenza f_0F2 del layer F2, che rappresenta la parte persistente della ionosfera. Le condizioni della ionosfera e la sua stessa esistenza, sono determinate innanzitutto dai periodi tipici che sono la frequenza diurna, stagionale e quella legata al ciclo solare di 11 anni. Vista la sua volatilità, è inoltre facile intuire che la ionosfera è estremamente sensibile a qualsiasi tipo di perturbazione (solare, magnetosferica, atmosferica) che sia capace di variare anche di poco la densità elettronica.
Operazioni aeree, soprattutto alle alte latitudini geografiche, dipendono in modo critico dalla stazionarietà della ionosfera per quanto riguarda le comunicazioni ad alta frequenza (HF) ed i processi legati ai sistemi di navigazione (GNSS), compresi il posizionamento GPS; il verificarsi di eventi di assorbimento in una regione particolare, la regione D della ionosfera, noti anche come eventi di assorbimento della cuspide polare, sono particolarmente fastidiosi in questo senso. Il ritardo radio della propagazione delle onde HF attraverso la ionosfera, generato dalle variazioni dello stato stazionario ionosferico, ha un notevole impatto per la precisione dei sistemi di navigazione, per i radar e per sistemi di geo-localizzazione. Anche la scintillazione ionosferica, causata da variazioni di densità su piccola scala, può degradare le prestazioni dei sistemi di comunicazione e di navigazione. Scintillazioni a basse latitudini ionosferiche, che possono verificarsi dopo il tramonto, hanno origini da instabilità dell'estensione in altezza della densità. Eventi di scintillazione possono verificarsi anche a latitudini più elevate nelle zone aurorali a causa della precipitazione di particelle e, all'interno della calotta polare, a causa della variazione di densità nelle regioni della cuspide polare. La ionosfera è una regione di spazio molto complessa, ed è intimamente legata sia alla magnetosfera che all'atmosfera terrestre. Mentre numerose attività operative sono attualmente disponibili per monitorare la ionosfera, la complessità e la variabilità temporale di questo dominio limita l'utilità di un approccio unico. Una opportunità più efficace per specificare completamente ed eventualmente prevedere le situazioni di Space Weather all'interno di questo dominio è offerta dall'insieme dei dati disponibili da diverse tecniche di indagine.

L'Alta Atmosfera

E' quella parte dell'atmosfera terrestre che si trova al di sopra della stratosfera ed è costituita da tre strati distinti: la mesosfera (circa 50-90 km dalla Terra), la termosfera (circa 90-600 km), e la esosfera (circa 600-100,000 km). Mentre l'atmosfera superiore non è così complessa come la ionosfera, gli strumenti a disposizione per monitorare questo dominio sono limitati. Nello specifico, questo dominio è importante perché le collisioni tra i satelliti artificiali e le particelle di gas atmosferico, ad altezze tipiche dell'ordine di 2000 km, agiscono con una forza di trascinamento (drag atmosferico) in modo da rallentare i satelliti e a farli scendere di quota, laddove la densità è maggiore e quindi l'effetto del drag atmosferico aumenta. Poiché la densità è fortemente legata alle tempeste geomagnetiche ed al ciclo solare, questo ha un effetto sullo Space Weather. Per studiare gli effetti del drag atmosferico, lo stato stazionario dell'alta atmosfera può essere efficacemente modellato utilizzando, per esempio, le variazioni del riscaldamento solare del ciclo diurno e di quello a lungo termine. La radiazione solare fa infatti aumentare la temperatura dell'alta atmosfera che si espande aumentando l'effetto del trascinamento sui satelliti che si trovano ad una data quota, e questo effetto ha una forte dipendenza dal ciclo di attività solare. Se l'aumento di attività solare fa aumentare l'attività magnetica sulla Terra, anche le correnti nell'alta atmosfera contribuiscono al riscaldamento e all'espansione. La modellizzazione del flusso di calore dalla magnetosfera durante le tempeste geomagnetiche, che possono portare anche a cambiamenti intensi nella localizzazione del trascinamento atmosferico, è però meno efficace. Il trascinamento ha un notevole impatto sulla precisa determinazione dell'orbita dei satelliti artificiali e quindi sulle intersezioni fra le varie orbite aumentando la probabilità di collisione fra satelliti o con detriti spaziali. Questo ambito è anche importante perché fortemente connesso in vari modi con la ionosfera. Per esempio, le variazioni dei venti termosferici sulla redistribuzione del gas ionizzato nella ionosfera non sono ancora modellati in modo soddisfacente.

Architettura di Space Weather e monitoraggio dello Spazio

I gruppo di lavoro creato per l'occasione dall'ufficio del presidente USA ha individuato cinque fenomeni chiave di Space Weather che coinvolgono direttamente l'ambiente circumterrestre e che hanno il maggiore impatto, come riportato nella tabella seguente.
L'osservazione continua dei sei ambienti di cui si diceva in precedenza, e quindi l'acquisizione dei dati sui processi fisici relativi, sono essenziali per le due operazioni richieste per un servizio di Space Weather, ossia il monitoraggio del fenomeno (nowcasting) e la sua predicibilità (forecasting).
Ci sono vari paralleli fra le osservazioni nella meteorologia atmosferica tradizionale (atmospheric weather) richieste per le previsioni meteo, ed un processo simile che avviene per lo Space Weather. Innanzitutto alcune operazioni sono effettuate meglio da remoto mentre altre richiedono la presenza in situ dello strumento. Secondo, sono richiesti sensori per operare sia da remoto che nello spazio. Terzo, i sensori previsti per lo spazio devono operare su orbite differenti per soddisfare i requisiti richiesti ai fini di un monitoraggio efficace. Una differenza notevole fra i due mezzi è rappresentata dalla densità di dati osservativi associati: il volume del mezzo interplanetario e circumterrestre è diversi ordini di grandezza superiore al volume dell'atmosfera necessario per l'atmospheric weather. Inoltre, i mezzi di monitoraggio utilizzati nello space weather sono necessariamente molto minori di quelli utilizzati per l'atmospheric weather. Anche se quest'ultima differenza dice che i dati utilizzati per la predicibilità nello space weather sono limitati, esistono tuttavia diversi satelliti artificiali ed osservatori a terra, in grado di fornire dati continui per il monitoraggio. Altri satelliti sono ovviamente in fase di progettazione. Un elenco dei principali strumenti spaziali di monitoraggio si trova in Appendice, gli strumenti di monitoraggio a Terra sono invece legati a vaste collaborazioni internazionali o fanno parte di reti di osservazioni locali del campo geomagnetico, della ionosfera e dell'alta atmosfera.
L'architettura dello Space Weather, per come immaginata dal gruppo di lavoro organizzato dall'Ufficio Esecutivo della Casa Bianca, prevede tre differenti azioni di base. La prima azione è rappresentata dalle osservazioni effettuate con tutti i sistemi di misura sia spaziali che da terra, che rappresenta l'ossatura del sistema. Senza un monitoraggio continuo dell'ambiente spaziale e circumterrestre, non si può ovviamente avere un sistema di Space Weather. Le informazioni raccolte vengono inviate ad un centro nazionale di servizio, poi processate, assimilate e quindi utilizzate per le simulazioni numeriche che producono analisi dei dati, e quindi nowcasting, nonché previsioni a breve e medio termine (short-term/medium-term forecasting). In questo modo il centro è abilitato a produrre carte di rischio da Space Weather, indicando anche eventuali procedure per la mitigazione del rischio.
Negli USA esiste già un centro servizi, denominato National Weather Service's Space Weather Prediction Center, che collabora con lo Air Force Weather Agency ed il laboratorio NASA's Space Weather Laboratory. Ma anche le altre nazioni si stanno rapidamente dotando di servizi analoghi. Il Belgio è stata una delle prime ad iniziare la sperimentazione di servizi di questo tipo.
Viste le informazioni spesso contraddittorie, ed in moltissimi casi senza alcun fondamento scientifico che purtroppo possono essere reperite in rete, bisogna sottolineare con forza che le informazioni relative sono assolutamente inaffidabili. La previsione di eventi estremi come quelli di Space Weather, dal punto di vista scientifico è estremamente complicata e spesso contraddittoria: da un lato, per la mancanza di modelli credibili di interazione fra i vari ambienti; e dall'altra, per la estrema difficoltà teorica di operare previsioni in ambiti scientifici quali i sistemi complessi. La situazione, per fare un esempio, è simile alla predicibilità in ambito sismico: la società richiede informazioni in questo senso, ma purtroppo la risposta scientificamente plausibile non è assolutamente in condizioni di soddisfare questa richiesta pressante per i due motivi esposti prima. La differenza con lo Space Weather sta tutta nel nowcasting che, per quanto riguarda gli eventi sismici, è impossibile in quanto l'evento sismico avviene sulla Terra e non nello spazio e, una volta verificato, non si è purtroppo in condizioni di mitigarne il rischio, cosa invece

Fenomeno	Impatto
Tempeste geomagnetiche	Operazioni satellitari, elettrodotti, propagazione radio e navigazione.
Tempeste di radiazione	Operazioni satellitari, propagazione radio, sistemi di navigazione, rischi biologici per gli astronauti o passeggeri su aerei di linea ad alta quota.
Tempeste ionosferiche	Comunicazioni radio, sistemi di navigazione, sui sistemi di comunicazione.
Blackout radio	Propagazione radio, sistemi di navigazione.
Drag atmosferico	Orbite satellitari, impatti con detriti spaziali.

FIGURA 3. Alcuni tra i principali satelliti artificiali che si occupano del monitoraggio di eventi di Space Weather

teoricamente possibile per eventi di Space Weather.

La meteorologia spaziale all'UNICAL

La situazione italiana, per quanto riguarda lo Space Weather, è stata abbastanza contraddittoria per lungo tempo. Ricercatori che operano in alcune università, per lo più isolati o a piccoli gruppi, hanno iniziato a pensare in autonomia come trasformare le ricerche di base di fisica spaziale e di fisica solare, in un possibile servizio nazionale. L'Aeronautica Militare, essendo addetta alle previsioni meteo ufficiali, ha istituito un servizio per lo studio sullo Space Weather, cercando di sperimentare le architetture e le informazioni che vengono dalle altre nazioni. Ricercatori dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), ed in particolare ricercatori che svolgono attività scientifica sulla fisica della ionosfera, nonché ricercatori dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), che si occupano di fisica spaziale, hanno iniziato a studiare le problematiche più specificatamente connesse con lo Space Weather.

Tutti gli attori del processo erano quindi, fino all'anno scorso, in una situazione di isolamento; alcuni ricercatori hanno avuto un ruolo personale nei gruppi internazionali del settore, ma di fatto senza il supporto di una comunità nazionale riconoscibile. Un grosso impulso nella direzione di costruire una comunità in vista della possibile istituzione di un reale servizio di Space Weather in Italia è stato giocato dall'UNICAL, ed in particolare dal gruppo di Astrofisica del Plasma del dipartimento di Fisica. Dopo un impegno più che ventennale nella ricerca di alta qualità nel campo della fisica spaziale e della fisica solare, dal marzo 2014 il gruppo, nella persona dell'autore del presente Report, è impegnato a coordinare il primo progetto scientifico nazionale specificatamente orientato allo Space Weather, finanziato dal MIUR tramite un progetto PRIN di durata triennale, dal titolo Il Sole attivo ed i suoi effetti sul clima dello spazio e della Terra. Il progetto, uno dei due progetti MIUR finanziati e coordinati a livello nazionale da ricercatori UNICAL, prevede il coinvolgimento degli altri gruppi di ricerca che si occupano dell'argomento, presso le università di Roma "Tor Vergata", Firenze, Catania, l'Aquila nonchè di ricercatori dell'INAF.

Questa attività di coordinamento, oltre al merito di coinvolgere quasi per intero la componente scientifica che si occupa delle problematiche in questione, ha iniziato a coagulare innanzitutto quella parte della comunità scientifica non direttamente impegnata nel progetto, ma anche altri attori del processo quali innanzitutto l'Aeronautica Militare[4], l'INGV ed infine, non ultimo, Telespazio, componente di primo piano dell'industria spaziale italiana. Questo lavoro di coagulazione ha avuto come risultato la recentissima proposta di istituzione di un gruppo nazionale per lo Space Weather denominata SWICo (Space Weather Italian Community) che ha raccolto più di cento adesioni, e la cui strutturazione è stata formalizzata il 31 Ottobre 2014 in una assemblea nazionale, che mi ha eletto presidente. Il Direttivo dello SWICo prevede, per il futuro, la costituzione di un servizio nazionale utilizzando "architetture" da definire e concordare con tutti gli attori del processo. Altro obiettivo è la partecipazione unitaria dell'intera comunità ai bandi competitivi europei di finanziamento nell'ambito del programma HORIZON 2020, con esplicite richieste finalizzate allo Space Weather, in modo da giocare un ruolo primario, dal punto di vista della determinazione di processi di forecasting, anche in ambito internazionale.

Si tratta, quindi, di raccogliere una nuova sfida scientifico-tecnologica e di creare un modo di operare sinergico legato a differenti ambiti di applicazione, che vanno dalla geofisica alla fisica spaziale, fino agli aspetti più propriamente tecnologici. L'UNICAL è in grado oggi di affrontare questa sfida e di giocare un ruolo di primo piano in questo ambito.

Riferimenti bibliografici

1) *Pagine ufficiali di Space Weather* si possono trovare ai seguenti indirizzi WEB: http://www.swpc.noaa.gov/ http://science.gsfc.nasa.gov/sed/index.cfm?fuseAction=home.main&navOrgCode=674 http://spaceweather.com/ http://swe.ssa.esa.int/web/guest;jsessionid=d53237388d9daf0031f41ff268d0

Il sito italiano dell'Aeronautica Militare è il seguente http://www.aeronautica.difesa.it/RivistaMeteo/Repository/Pagine/SpaceWeatherAwarness.aspx

2) *Report on Space Weather observing systems: Current capabilities and requirements for the next decades, (2013).*

3) *Report NASA on: Severe Space Weather Events: Understanding Societal and Economic Impacts, (2009).*

4) *Committee on a Decadal Strategy for Solar and Space Physics (Heliophysics); Space Studies Board; Aeronautics and Space Engineering Board; Division of Earth and Physical Sciences; National Research Council: Solar and Space Physics,* reperibile online sul sito http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13060

5) *Report ESA on: GSTP-6 Element 1 Compendium of Potential Activities – Application Specific Service Domains – SD1, SD3, SD4, SD6, SD8, SD9*

6) *R. Schwenn, Space Weather: The Solar Perspective, Living Review in Solar Physics 3, 2 (2006).*

7) *V.G. Kossobokov, F. Lepreti, V. Carbone, Complexity in sequences of solar flares and earthquakes, Pure and Applied Geophysics 165, 761-775 (2008).*

[4] E' doveroso ricordare che uno degli esponenti più autorevoli dell'Aeronautica Militare che si occupa di problematiche legate allo Space Weather è il Comandante Leonardo Musmanno, laureato in Fisica presso l'Università della Calabria, già advisor dell'Agenzia Spaziale Italiana al programma Board ESA su SSA e Space Weather e, fino al 31 Agosto 2015, responsabile delle attività di cooperazione del servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare. Questa circostanza, assieme al coordinamento nazionale del progetto PRIN, ed alla eccellenza e consistenza del gruppo di ricerca di fisica spaziale che ha portato all Presidenza del gruppo SWICo, pone l'UNICAL in un ruolo centrale

Il gruppo di Ricerca UNICAL

Il Prof. Vincenzo Carbone, che fa parte del gruppo di Astrofisica e Plasmi del Dipartimento di Fisica dell'UNICAL, è professore ordinario di Fisica Applicata. Già coordinatore del Presidio di Qualità dell'Ateneo, è stato eletto Direttore del dipartimento di Fisica per il triennio 2015/2018. Dal punto di vista scientifico si occupa di problematiche legate a sistemi complessi nel campo della fisica spaziale, dell'Astrofisica, della Fisica della materia, della Geofisica e Fisica dell'Ambiente. Il Prof. Carbone è, inoltre, Coordinatore nazionale del progetto PRIN finanziato dal MIUR con l'0biettivo di studiare modelli di Meteorologia Spaziale ed ha dato vita allo SWICo, la Space Weather Italian Community. Il 31 Ottobre 2014, in occasione della prima assemblea SWICo, è stato eletto Presidente nazionale del gruppo.

I ricercatori del gruppo di Astrofisica e Plasmi, coordinati dal Prof. Pierluigi Veltri, esperti nel campo della modellizzazione di processi fisici dell'eliosfera e delle relative simulazioni numeriche ad alte prestazioni, fanno anche parte di team internazionali per la costruzione di sensori che saranno montati a bordo di satelliti spaziali o strumenti a terra per il monitoraggio. Si ricordano, in particolare, il progetto Solar Orbiter, nato da una vasta collaborazione internazionale fra la NASA e l'ESA (l'Agenzia Spaziale Europea) che prevede la creazione di uno strumento per il monitoraggio del Sole e dell'ambiente spaziale e che andrà a posizionarsi a distanze di 0.1 AU dal Sole, ed il neo progetto THOR, che prevede la messa in orbita di un satellite dedicato allo studio della fisica del plasma spaziale a piccola scala. Il gruppo partecipa anche al consorzio europeo SOLARNET, dedicato alla costruzione di un telescopio solare di nuova generazione, che verrà reso operativo alle isole Canarie nel 2016. Va ricordato, infine, il sensore TILDAE, nato da una recente collaborazione fra la University of California e l'UNICAL, che prevede il lancio polare nel dicembre del 2015 da parte della NASA, di un pallone sonda di lungo periodo che volerà nella regione di confine fra l'alta atmosfera terrestre e la ionosfera, per effettuare misure di parametri atmosferici e solari in una area spaziale ancora relativamente inesplorata.
E' utile sottolineare che un contributo fondamentale al lavoro sulla fisica spaziale e lo Space Weather all'UNICAL è fornito anche da giovani ricercatori precari che, avendo ottenuto presso il Dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria una elevata qualificazione, sono in grado di ottenere risultati di altissimo livello scientifico internazionale. Sarebbe oltremodo auspicabile che l'Italia potesse usufruire del lavoro di questi brillanti ricercatori, evitando che una volta terminato il loro contratto, vadano ad ingrossare la già lunga fila di cervelli che offrono all'estero il loro contributo per migliorare la società.

APPENDICE

Presentiamo di seguito alcuni tra i principali satelliti spaziali che attualmente si occupano di monitoraggio dell'ambiente spaziale e che hanno fornito e continuano a fornire dati per il nowcasting. Ulteriori informazioni possono essere reperite sulle pagine web dei satelliti.

Satellite	Principali Misure	Anno di lancio
Advanced Composition Explorer (ACE)	Fornisce dati in tempo reale di parametri del vento solare nel punto Lagrangiano L1. - Campo magnetico; - Velocità; - Densità, pressione, composizione; - Temperatura.	1997
Communication and Navigation Outage Forecast System (C/NOFS)	Satellite con associate operazioni a terra, fornisce dati del plasma ionosferico per ricerca scientifica ed operazioni di space weather. - Fluttuazioni di plasma ionosferico; - Velocità di ioni; - Campo elettrico; - Parametri di vento; - Profilo di densità elettronica.	2008
Constellation Observing System for Meteorology, ionosphere & Climate (COSMIC)	Usa il sistema GPS per fornire dati meteorologici e della ionosfera. - Temperatura dell'atmosfera; - Umidità; - Profili di densità elettronica.	Vari lanci di aggiornamento
Defense Meteorlogical Satellite Program (DMSP)	Fornisce dati atmosferici e ionosferici. - Misure dello spettro ultravioletto della ionosfera; - Parametri aurorali; - Particelle energetiche; - Campo magnetico.	Vari lanci di aggiornamento dal 1960
Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES)	Si compone di tre satelliti associati ad operazioni a terra, che forniscono dati sul Sole. - Immagini del Sole nella banda dei raggi X; - Flusso della radiazione X; - Particelle energetiche; - Campo magnetico.	Vari lanci di aggiornamento
Los Alamos National Laboratory (LANL) Geosynchronous Earth-Orbit (GEO)	Fornisce una serie di dati sull'ambiente spaziale, tra cui i principali sono: - Protoni solari ad alta energia; - Flusso dei raggi cosmici; - Flusso di particelle	Vari lanci di aggiornamento
MetOp	E' un satellite meteorologico polare (EUMETSAT). Fornisce vari dati dell'ambiente spaziale.	2006
Polar Orbiting Environmental Satellite (POES)	Fornisce vari dati dell'ambiente spaziale.	1978
Solar Dynamics Observatory (SDO)	Dati spettrali, spaziali e temporali ad alta risoluzione dell'attività solare.	2010
Solar and Heliospheric Observatory (SOHO)	Dati dell'attività solare, è l'unico satellite provvisto di un coronografo per osservazioni della corona solare.	1995
Solar Terrestrial Relations Observatory (STEREO)	Osservazioni tridimensionali di CME ed attività solare.	2006

pubblicità

faccia a faccia

La Lady della fisica Fabiola Gianotti su presente e futuro della ricerca avanzata

Ancora tanti punti oscuri da chiarire ...ma ce la faremo!

di Francesco Kostner

Ama rimanere con i piedi a terra. Dare alla sua esperienza di scienziato il giusto significato: "Mai distante dalla realtà che, in ogni momento e anche davanti ai traguardi più prestigiosi, può rivelarsi ben più complessa e difficile di quanto sia immaginabile". Per molti, Fabiola Gianotti, è la "regina" della Fisica, soprattutto dopo che ha assunto la guida del CERN di Ginevra. Ma lei continua a considerarsi una ricercatrice come tante. Né diversa né più brava dei colleghi con cui quotidianamente lavora, nel più grande laboratorio al mondo di fisica delle particelle. Sfumata la possibilità di incontrarLa personalmente (per una serie di circostanze sfavorevoli, legate agli innumerevoli impegni che la costringono a girare da un capo all'altro del pianeta), siamo riusciti a intervistarLa via skype. Trenta minuti, non uno in più, saluto del Rettore Crisci compreso! Esattamente il tempo indicato nella mail con cui aveva confermato la disponibilità a rispondere alle nostre domande. Il cronometro parte subito.

Qual è la Sua giornata tipo?

Il lavoro, come è comprensibile, ha un peso rilevante, il che non mi consente di avere una quotidianità definita. Facilmente gestibile. Questo non significa che rinunci ad avere una vita sociale e a curare i miei interessi personali. Mi piace mantenere una buona forma fisica e faccio il possibile per raggiungere questo obiettivo. Per esempio, non prendo mai l'ascensore e faccio jogging, anche tre, quattro volte a settimana.

Ha detto che se si fosse sposata avrebbe voluto avere cinque figli. E' un numero a caso o ha un significato diverso?

Quando ero bambina, avendo sempre amato le famiglie numerose, ripetevo questa cosa. Niente di più!

Dal primo gennaio ha assunto la guida del Cern. Una responsabilità da far tremare le vene ai polsi.

E' molto più semplice di quanto si creda, almeno sul piano della ricerca. I miei interlocutori sono scienziati di grandissimo livello, con i quali basta uno sguardo per intendersi. Ho con i colleghi un confronto alla pari. Ci unisce la ricerca. La sua importanza per migliorare il mondo. Lo sguardo che proiettiamo verso il futuro. Li sento al mio fianco, in ogni momento. E sanno che possono contare sempre su di me, quando è necessario.

Per chi ancora non lo sapesse: cos'è il CERN e quali risultati ha ottenuto fino ad oggi?

Il CERN, letteralmente Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, è un'organizzazione scientifica internazionale: il più grande laboratorio al mondo per la fisica delle particelle agli acceleratori. In particolare, oggetto della nostra attenzione sono i costituenti elementari della materia, che investighiamo attraverso l'utilizzo di potenti acceleratori (come il superacceleratore LHC - Large Hadrom Collider - il più grande mai costruito dall'uomo), in grado di consentire lo scontro tra fasci di particelle, ad esempio protoni, e la comprensione dei meccanismi attraverso i quali, appunto, la materia interagisce al livello più elementare.
Lo scontro di fasci ad alta energia permette anche di produrre particelle nuove, come è stato per il bosone di Higgs, e di avere indicazioni sulla struttura e sull'evoluzione dell'Universo. In altre parole, lo studio dell'infinitamente piccolo, in qualche modo permette di capire l'infinitamente grande; anche se il termine infinito, in Fisica, non è molto appropriato.

Il superacceleratore LHC (progetto scientifico cui l'Unical ha assicurato un contributo importante) potrà consentire davvero una conoscenza più approfondita dell'universo?

Certamente (come ha già permesso con la straordinaria scoperta del bosone di Higgs e altre che, ci auguriamo, potranno arrivare in futuro), il Large Hadrom Collider aiuterà la Scienza a compiere significativi progressi e ad ampliare la comprensione della fisica fondamentale.
Questo acceleratore è stato costruito per affrontare una serie di questioni molto importanti nel campo della fisica fondamentale. Quella alla quale abbiamo in gran parte già risposto, con la scoperta del bosone di Higgs, era legata all'origine delle masse delle particelle elementari. Ma rimangono molti problemi sul tappeto come, ad esempio, la composizione della materia oscura, che costituisce circa il 25% dell'Universo; o l'altra, non meno affascinante, del perché nell'Universo c'è principalmente materia e pochissima antimateria. Insomma, abbiamo davanti a noi un lungo cammino da percorrere e tanti punti oscuri da chiarire.

Ha accennato al bosone di Higgs. Che emozione Le ha regalato constatare che, effettivamente, la sua teorizzazione, nel 1964, corrisponde alla realtà?

Scoprire una nuova particella, per un fisico, è chiaramente una grande soddisfazione. Il coronamento di un sogno inseguito a lungo. Forse il traguardo più importante, per un ricercatore che opera in questo campo.
Nel caso del bosone di Higgs, si è trattato di una scoperta ancora più rilevante, considerato il ruolo fondamentale che esso riveste nella storia dell'Universo e quindi per la nostra stessa esistenza.
Avere conferma, perciò, a distanza di quarant'anni, che quella geniale intuizione fosse scientificamente fondata, è stata una grandissima emozione. Un epocale passo in avanti per la Scienza. Vorrei sottolineare che questo risultato è il coronamento del lavoro che ha visto impegnati migliaia di scienziati di tutto il mondo.

Qual è il Suo primo pensiero, la mattina:"Diamine, che responsabilità essere la scienziata del momento!"; oppure: "Che brutta bestia è la Scienza! Ieri sono riuscita ad aggiungere un pezzettino in più alle mie conoscenze, ma è solo l'inizio; sempre l'inizio, mille altre cose ancora vanno studiate e comprese per capire chi siamo!".

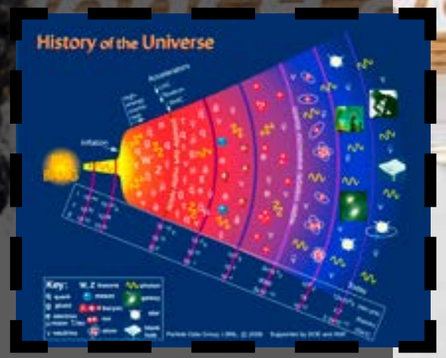
Non mi sento affatto, come Lei dice, la scienziata del momento! E' vero, invece, che ho la fortuna di vivere un'esperienza affascinante, ricca di stimoli, insieme a colleghi molto bravi. Questa premessa fa il paio con la seconda parte della domanda, che porrei, però, in maniera più positiva. Sono una persona felice, perchè ho la possibilità di allargare continuamente i miei orizzonti e, nel mio piccolo, contribuire all'avanzamento delle conoscenze. E' bellissimo! Forse non esiste niente di più gratificante e capace di arricchirti che operare con questo spirito e con obiettivi di così grande portata.

A proposito del CERN Lei dice di sentirsi "come una bambina in un negozio di dolci". Significa, appunto, che non si sazia mai di perlustrare i percorsi della Scienza? Di indagare lungo i tanti sentieri ancora misteriosi di cui si compone l'Universo?".

Vuol dire anche questo ma, soprattutto, che il Cern è un luogo ideale per chi fa ricerca nel campo della fisica fondamentale.

Siete riusciti a capire cosa è successo a partire da un centesimo di miliardesimo di secondo dopo il Big Bang, ma non ancora cosa è successo al tempo del Big Bang. Tradotto in parole semplici e trasferendo, per esempio, questi concetti sul piano musicale – a Lei tanto caro – significa cosa? Uno spartito monco? Incompleto? Un direttore d'orchestra bravissimo, ma musicisti non all'altezza della situazione?

E' molto difficile, in questo caso, fare paragoni, nonostante il mio amore per la musica. Fermiamoci alle nostre conoscenze. Oggi, sulla base non soltanto di teorie cosmologiche, ma anche di osservazioni sperimentali, pensiamo che l'Universo abbia avuto origine circa 15 miliardi di anni fa, a seguito di una esplosione iniziale cui si dà il nome, appunto, di Big Bang. I dettagli non sono noti. Esistono molte teorie al riguardo ma, a livello sperimentale, ancora mancano studi definitivi per la comprensione precisa di cosa sia successo.



Con l'LHC riusciamo a capire sempre meglio quale era la struttura dell'Universo un centesimo di miliardesimo di secondo dopo il Big Bang, quando l'Universo era ancora fatto di particelle elementari. Col passare del tempo e con il raffreddamento dell'Universo, queste particelle elementari hanno cominciato ad unirsi, a formare i nuclei, e poi gli atomi, e poi gli elementi chimici, e poi le macrostrutture che conosciamo: stelle e galassie per esempio. Più indietro di questo momento, però, non possiamo ancora andare ma, certamente, in futuro sarà possibile aggiungere altri tasselli al mosaico che stiamo cercando di comporre.

Il Cern, Lei dice, "è un luogo in cui si dimostra sul campo che la pace è una dimensione possibile!". In effetti, vedere per esempio ricercatori palestinesi e israeliani lavorare fianco a fianco, gioire insieme per i risultati ottenuti, è molto bello. E' un peccato che questa condivisione di intenti e di obiettivi non possa incidere sulla drammatica realtà in cui i loro territori e le popolazioni di cui fanno parte sono inseriti.

Penso che nessuno di noi abbia l'ambizione di dire che il Cern sia in grado di orientare le scelte e i comportamenti dei governanti. Certamente, però, la nostra esperienza dimostra che quando si condividono ideali universali, che trascendono gli interessi personali, come quelli della conoscenza, non esistono barriere. Ostacoli. Impedimenti. Si lavora nell'interesse della Scienza. In nome del progresso. Senza distinzioni politiche, etniche, religiose, culturali.

Definisce il Cern come il luogo che celebra la diversità. L'ha detto, naturalmente, dal punto di vista scientifico e per l'incontro che favorisce tra ricercatori di formazione e provenienza diversa. Ma come guarda dal Suo osservatorio ai grandi cambiamenti sociali e culturali del nostro tempo?Per esempio, i rapporti tra persone dello stesso sesso, le coppie di fatto, rispondono ad un'idea accettabile della vita dal Suo punto di vista?

Non sono aspetti di cui mi occupo, né sono una *opinion women,* che può dare risposte a problemi di questo tipo. Posso dire che al Cern, dove lavorano circa 12.000 scienziati di 110 nazionalità diverse, abbiamo una politica sociale che rispetta tutte le unioni, purché regolarizzate. Però dare un giudizio su questo delicato argomento non mi piace. Sia chiaro: ho le mie idee in proposito, ma posso e voglio parlare solo del mio ruolo di scienziata.

Fabiola Gianotti e l'ex Direttore Generale del Cern Rolf-Dieter Heuer

faccia a faccia

Qual è il Suo pensiero su "i ragazzi di via Panisperna"? Ritiene che i risultati ottenuti dal gruppo guidato da Enrico Fermi debbano essere inquadrati più nel campo del progresso scientifico o in quello delle conseguenze devastanti che a quei risultati si sono accompagnate?

I ragazzi di Via Panisperna sono stati scienziati di altissimo valore. Non credo che qualcuno possa sostenere il contrario. Sono stati protagonisti di scoperte indiscutibilmente importanti. Allo stesso tempo, non dobbiamo confondere la scienza con le applicazioni negative che da essa possono derivare. Non possiamo dire: arrestiamo la scienza perché qualcuno potrebbe utilizzare in modo sbagliato i suoi risultati. Magari, come è accaduto, per costruire una bomba. Fortunatamente la Scienza è andata sempre avanti. Se fosse prevalsa una visione diversa, saremmo rimasti al tempo delle caverne, della clava. Ripeto: non si può, non è corretto, anche solo dubitare dell'importanza, o del valore scientifico, di ciò che questi e altri scienziati sono riusciti a realizzare, per gli sviluppi che dalle loro conoscenze sono poi scaturiti.

Per esempio?

Senza la meccanica quantistica non avremmo i transistor; senza la relatività di Einstein i gps non funzionerebbero; senza la conoscenza del nucleo non ci sarebbero tante applicazioni nel campo della medicina. Vede quanti benefici si accompagnano (e ho fatto solo alcuni esempi) ai risultati della ricerca scientifica?

Come vive il rapporto con la politica? Cosa deve fare dal Suo punto di vista per rispondere alle esigenze di chi (come Lei e il gruppo di ricercatori che coordina) opera quotidianamente per svelare i misteri dell'Universo?

La politica è un'attività molto importante. Guardo ad essa e ai suoi protagonisti con profondo rispetto. A tutti i livelli. Sono in gioco sempre gli interessi di tante persone. Spesso bisogna prendere decisioni difficili. Coraggiose. Serve, dunque, essere preparati, ma anche prudenti, equilibrati, disposti al dialogo, al confronto. Saper guardare i fatti che accadono e ciò che le scelte rispetto ad essi possono causare o potrebbero provocare.
I livelli di analisi e di azione, in ogni caso, sono diversi. Uno, come dire, è di carattere generale. Far si che le decisioni politiche vengano prese sulla base delle conoscenze scientifiche. Un caso che aiuta a capire questo importante livello decisionale è il cambiamento climatico e i gravissimi problemi che esso sta provocando.
L'altro livello di azione politica, per quanto ci riguarda, è rappresentato dal sostegno alla scienza e alla ricerca di base. Senza di essa, prima o poi, il progresso sarebbe destinato a fermarsi. Con conseguenze facilmente immaginabili.

Ha affermato, a proposito del rapporto tra Dio e Scienza: "…è meglio che mantenga la giusta distanza!"

La scienza – in particolare quella di un fisico sperimentale – si basa su prove inconfutabili. Facciamo esperimenti, otteniamo risultati, che devono essere ripetibili. Crediamo, quindi, a ciò che vediamo. Non giudichiamo a priori. La teoria di Peter Higgs, per esempio, è rimasta con un punto interrogativo per molti anni, fino a quando il bosone che porta il suo nome non è stato scoperto. Se ciò non fosse avvenuto, questa teoria sarebbe stata considerata non valida.
La religione è una cosa completamente diversa. L'aspetto fondamentale è la fede. Una persona, forse, ha tanti più meriti quanto meno cerca prove, ma ha il dono della fede. Sono sfere, perciò, completamente diverse, che vanno tenute separate.

Lei ha fede?

E' una domanda personale alla quale preferisco non rispondere.

Mi piace immaginare un confronto tra Lei e Papa Francesco. Quali potrebbero essere i punti di convergenza e di dissenso tra di voi?

Non oso pensare ad un momento tanto importante. Penso che la Chiesa sia interessata a far si che la conoscenza progredisca in modo corretto (del resto ha cambiato molte posizioni rispetto ai secoli passati) e che essa possa essere vista sia come uno strumento di progresso che come mezzo per migliorare la vita degli umani.

Per Lei lo scienziato "deve essere capace di sognare".

Nella Scienza, così come anche nell'arte, la creatività, le idee, l'immaginazione sono elementi fondamentali. Einstein sosteneva addirittura che l'immaginazione è più importante della conoscenza.

Modestia e umiltà: il modo per guardare al poco che si conosce e al tanto ancora da scoprire?

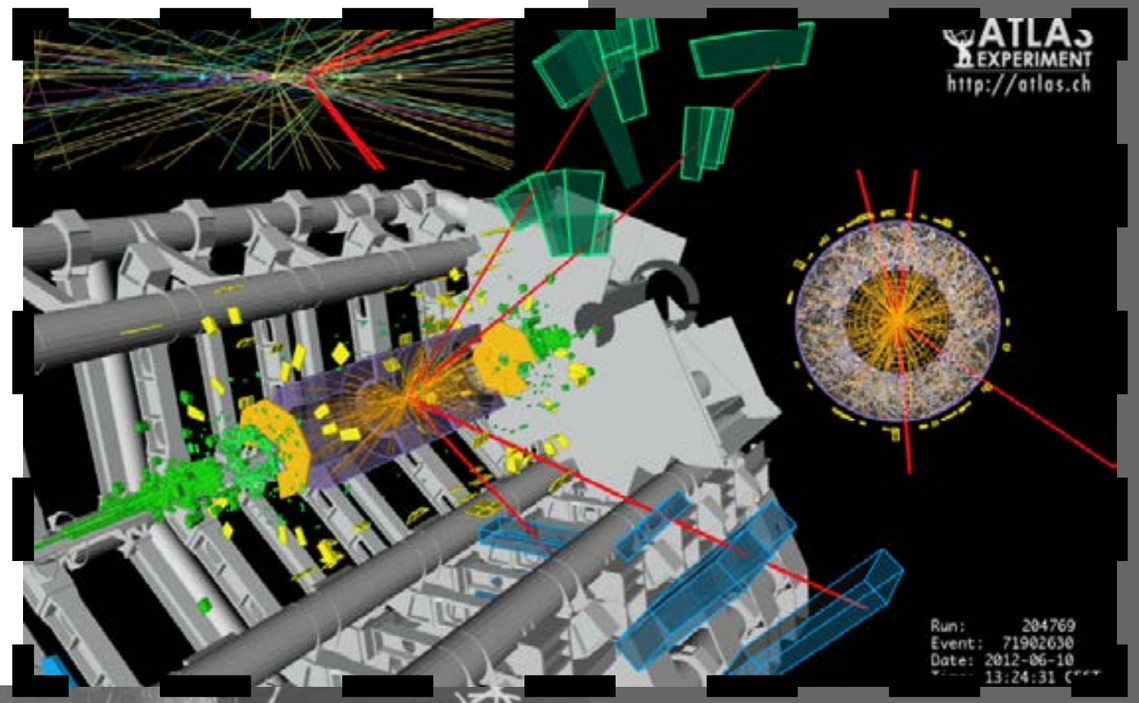
Sì, è l'atteggiamento giusto! E' facile rendersi conto di quanto limitate, nonostante l'apparenza, siano le nostre conoscenze. Solo quando si parte da questi presupposti è possibile creare le condizioni perché ognuno dia il meglio di sè.

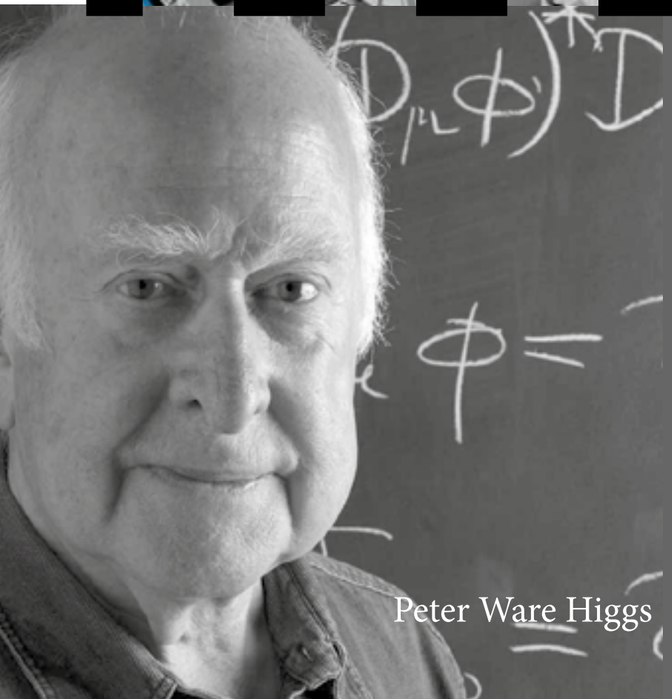
Un problema che la Scienza non ha del tutto risolto riguarda la comunicazione delle sue ricerche. Far comprendere all'opinione pubblica la portata dei suoi risultati.

Ritengo fondamentale questa attività. Un dovere. Il progresso e la conoscenza appartengono all'umanità, non solo agli scienziati che fanno le scoperte. Un po' come un pittore: dipinge un quadro non per appenderlo al muro, ma per condividere con gli altri le sue emozioni ed esprimere ciò che pensa e "sente", la sua visione del mondo. Il Cern, inoltre, è un centro di ricerca finanziato con denaro pubblico ed è quindi nostro dovere rendere conto alla società di quello che facciamo. Aprire i laboratori in cui ognuno di noi lavora e produce ricerca. Ogni anno, a questo scopo, il Cern ospita più di centomila visitatori, sessanta mila dei quali sono studenti. Abbiamo programmi di educazione

anche per gli insegnanti delle scuole superiori, già in possesso di un ottimo bagaglio di conoscenze ma che, soprattutto d'estate, seguono le nostre attività didattiche per migliorare la loro formazione in fisica sperimentale. Si può fare certamente ancora di più e meglio e, nei prossimi anni, potenzieremo i nostri sforzi per migliorare il contatto con la società e l'opinione pubblica…A proposito, mi chiamano per salutare un gruppo di insegnanti svedesi. Mi scusi, ma devo lasciarLa. Mi saluti i colleghi dell'Unical. E la Calabria!

ESPERIMENTO ATLAS





Al CERN, il nuovo acceleratore LHC è entrato in funzione nel 2009. LHC è un anello di 4,3 Km di raggio, dove sono accelerati e fatti collidere frontalmente fasci di protoni con energia di diversi Tev, ossia una energia milioni di volte quella che lega fra loro i protoni nel nucleo. I protoni collidono in quattro aree di interazione ed i segnali prodotti sono raccolti dai rivelatori ATLAS, CMS, ALICE ed LHCB, ognuno dei quali è dedicato ad uno specifico programma di ricerca.

ATLAS è costituito da più rivelatori. Ogni rivelatore è dedicato alla misura di una grandezza fisica (energia dei prodotti della reazione, traiettoria, tipo di particelle). Lo spettrometro per muoni in particolare, componente essenziale per la ricostruzione della massa del bosone di Higgs, è stato in parte costruito presso il Laboratorio di Fisica delle particelle dell'Unical. Il gruppo al momento contribuisce alle attività per lo sviluppo di rivelatori con tecnologia MicroMegas per l'upgrade dello spettrometro per muoni di ATLAS e allo studio e caratterizzazione di rivelatori a pixel al silicio in tecnologia 3D per l'upgrade del tracciatore centrale di ATLAS.

Tra i principali obiettivi del programma di ricerca dell'esperimento ATLAS vi sono:

- la conferma di precisione delle predizioni del Modello Standard;
- lo studio delle proprietà del bosone di Higgs;
- la ricerca di segnali di "nuova Fisica".

Per capire la ricerca nata intorno al bosone di Higgs occorre osservare che la natura ci ha dato più di una particella elementare (6 leptoni, 6 quark) la cui massa varia da quella nulla del fotone a quella del quark top di circa 170 GeV. Il meccanismo che determina la massa delle particelle è stato proposto nel 1964 da Peter Higgs che ha proposto una soluzione ingegnosa a questo puzzle: un campo non rilevabile, simile ad un fluido, permea lo spazio. Le particelle si muovono nel campo e interagiscono con lui acquisendo massa. Si può dire che ciò che accade è simile a quello che accade ad un corpo immerso in un liquido viscoso: più forte è l'interazione del corpo col fluido e più grande è la massa che il corpo sembra avere. Come sappiamo dalla teoria dei campi ogni campo ha associate delle particelle, così anche il campo di Higgs ha associata una particella detta bosone di Higgs.

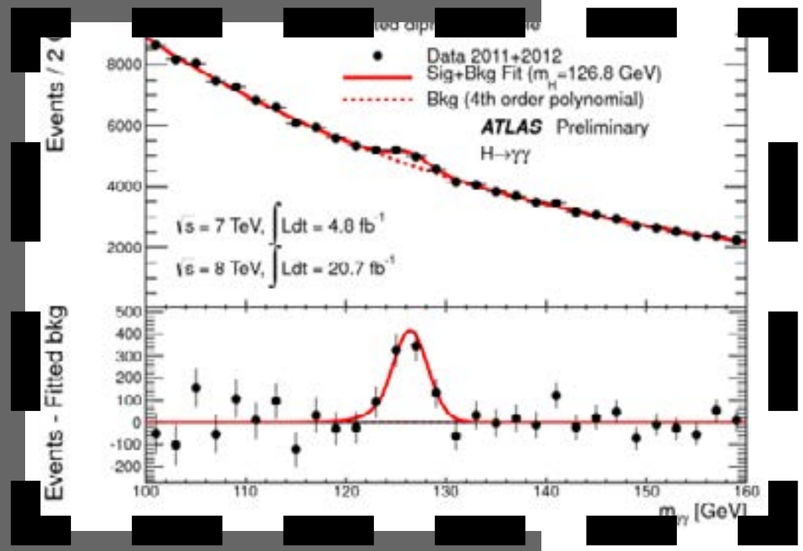
Il 4 luglio 2012 le collaborazioni ATLAS e CMS hanno congiuntamente annunciato la scoperta di un bosone neutro, nell'intervallo di massa 125-127 GeV/ c al quadrato, compatibile con il bosone di Higgs. Lo studio delle proprietà di questa particella, intrapreso negli anni 2013 e 2014 utilizzando l'intero campione di dati finora raccolti dalle due collaborazioni, ha mostrato come questa particella abbia tutte le caratteristiche del bosone di Higgs previsto dal modello standard. Studi ancora più dettagliati potranno essere condotti nei prossimi anni sfruttando le maggiori prestazioni (energia del centro di massa di 14 TeV, sostanziale aumento della luminosità) fornita dal collisionatore LHC.

Il gruppo di Alte Energie di Cosenza partecipa alla presa dati, contribuisce al mantenimento del rivelatore ATLAS ed è molto attivo nell'analisi dati. All'interno del vasto programma di fisica di ATLAS i ricercatori del dipartimento di fisica si occupano in particolare a) dello studio e ricerca di particelle a lunga vita media previste da alcune estensioni del Modello Standard (in particolare nell'ambito dello scenario "Hidden Valley") e b) dello studio della produzione del quark top.

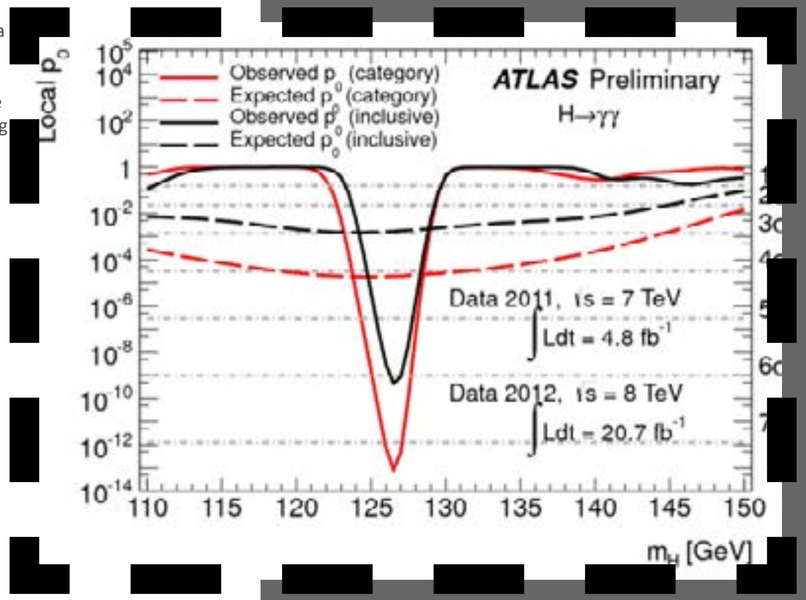
Sviluppo di nuovi rivelatori

Il gruppo è inoltre impegnato dello sviluppo di nuovi rivelatori sia nell'ambito dell'esperimento ATLAS che in altri progetti di R&D. Nell'ambito dell'esperimento ATLAS il gruppo contribuisce alle attività per lo sviluppo di rivelatori con tecnologia MicroMegasi per l'upgrade dello spettrometro per muoni di ATLAS; questi rivelatori consentiranno di aumentare sensibilmente l'efficienza di rivelazione di muoni prodotti a piccoli angoli rispetto alla linea dei fasci. In collaborazione col Dipar-

Measurements of the properties of the Higgs-like boson in the two photon decay channel with the ATLAS detector using 25 fb−1 of proton-proton collision data



Invariant mass distribution of diphoton candidates for the combined √{s} = 7 TeV and √{s} = 8 TeV data samples. The result of a fit to the data of the sum of a signal component fixed to mH = 126.8 GeV and a background component described by a fourth-order Bernstein polynomial is superimposed. The bottom inset displays the residuals of the data with respect to the fitted background component.



The observed local p0 value as a function of mH for the combination of √{s} = 7 TeV and √{s} = 8 TeV data for the inclusive case (black) and for the analysis using categories (red). The expected local p0 under the SM Higgs boson signal plus background hypothesis is shown by the dashed curves.

timento di Ingegneria Informatica, Modellistica, Elettronica e Sistemistica (DIMES) dell'Unical il gruppo contribuisce inoltre allo studio e caratterizzazione di rivelatori a pixel al silicio in tecnologia 3D per l'upgrade del tracciatore centrale di ATLAS; in particolare alla caratterizzazione elettrica di sensori e alla progettazione di elettronica di lettura resistente alla radiazione. A parte gli utilizzi nella fisica delle alte energie, si stanno studiando le possibili numerose applicazioni dei rivelatori al silicio 3D in altri ambiti, quali quello nucleare, ambientale, medico e biologico. In collaborazione con l'Università di Trento, Padova e i Laboratori Nazionali di Legnano, l'unità di Cosenza partecipa alla realizzazione di rivelatori ibridi ottenuti accoppiando un sensore 3D al silicio ad uno scintillatore polisilossanico, in modo da ottenere sistemi per imaging di neutroni lenti e veloci.

Un'altra importante attività di R&D è rappresentata dallo sviluppo e caratterizzazione di calorimetri basati sul metodo del "Dual Readout" (DREAM). Il metodo si basa sulla simultanea misurazione di differenti tipi di segnali i quali forniscono informazioni complementari circa i dettagli dello sviluppo dello sciame.

La collaborazione del DIMEG con il CERN

Nella seduta del Consiglio di Dipartimento del 10 novembre 2015 il DIMEG (Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Energetica e Gestionale) ha approvato un contratto di collaborazione scientifica con il CERN. Il contratto è stato sottoscritto dal Direttore del DIMEG, prof. Leonardo Pagnotta, e dal Direttore Generale del CERN, prof. Rolf-Dieter Heur, mentre il responsabile scientifico del DIMEG è l'ing. Carmine Maletta, ricercatore dell'SSD di Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine (Ing-Ind/14).

Il contratto di ricerca prevede il coinvolgimento e la mobilità di studenti di dottorato oltre che l'utilizzo di laboratori di ricerca dipartimentali, e formalizza, di fatto, una collaborazione già in essere avviata nell'ambito del XXIX ciclo di Dottorato in Ingegneria Civile e Industriale. Gli studi attualmente in corso riguardano lo sviluppo e la caratterizzazione meccanica e funzionale di sistemi attivi basati sull'utilizzo di leghe a memoria di forma (Shape Memory Alloys). L'impiego di tali materiali nei sistemi di alto vuoto (UHV, Ultra-High-Vacuum), ed in particolare come elementi di connessione delle camere degli acceleratori, permette di minimizzare l'esposizione alle radiazioni degli operatori, mediante attivazione da remoto. I risultati degli studi preliminari e della sperimentazione già effettuata risultano estremamente promettenti ed hanno mostrato un'elevata potenzialità di queste tecnologie estendibile a differenti applicazioni nell'ambito dei sistemi UHV.

La ricerca sulle basi molecolari per una vita più lunga e in salute

L'invecchiamento: se lo conosci bene non lo temi!

Le peculiarità della popolazione calabrese, tra le più longeve del mondo

GIUSEPPE PASSARINO
Ordinario di Genetica
Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra Unical
giuseppe.passarino@unical.it

Un recente meeting organizzato a Parigi dal Groupement de Recherche Internationales sulla Fisiologia e la Genetica dell'invecchiamento ha riunito nella capitale francese i principali scienziati europei che si occupano dell'invecchiamento, permettendo di fare il punto sulla ricerca in questo settore e sulle prospettive future.

L'aggiornamento è da sempre uno delle attività principali di chi lavora nel campo della ricerca, ma anche dei settori produttivi e dei rappresentanti politici più lungimiranti. E' infatti essenziale essere informati sulle nuove tecnologie e sulle ricadute che esse possono avere nello sviluppo delle conoscienze e per le applicazioni nella realtà. Ciò è ancora più vero oggi, considerando sia la velocità con cui la ricerca si evolve sia l'importanza che ha assunto nella società moderna, visto che essa potrebbe essere il punto di forza per uscire dalla crisi e che quindi restare indietro in tale campo potrebbe essere esiziale per un paese. Queste considerazioni hanno indotto il ministero della Ricerca francese a creare alcuni gruppi di ricerca internazionali (Groupements de Recherche Internationales) su vari argomenti di particolare rilevanza, che hanno il compito di organizzare convegni e tavole rotonde tra gli scienziati più rappresentativi nei vari settori al fine di fare il punto sulle conoscenze acquisite e delineare i possibili scenari di sviluppo.

Tra i vari Groupements de Recherche Internationales, quello diretto dal prof. Giovanni Zevi del Museum National d'Histoire Naturel si occupa della ricerca nel campo della Fisiologia e della Genetica dell'invecchiamento e della longevità. Si tratta di uno tra i più importanti argomenti della ricerca moderna, sia per il grande interesse che questo processo largamente sconosciuto suscita, sia per i problemi di carattere medico e sociale sollevati dall'aumento degli ultra sessantenni nelle società moderne. Tale raggruppamento, in collaborazione con il Prof. Claudio Franceschi dell'Università di Bologna e la Prof.ssa Eline Slagboom dell'Università di Leiden, in Olanda, ha organizzato tra l'11 ed il 12 novembre 2014 un incontro tra i maggiori scienziati europei che si occupano sotto molteplici profili di invecchiamento e di longevità. Il convegno si è svolto presso i laboratori del Museum National d'Histoire Naturel, all'interno del Jardin des Plantes, in un contesto straordinariamente stimolante dove la biologia ha mosso alcuni passi fondamentali grazie a Georges - Lonis Leclerc de Buffon, Jean - Baptiste deLamarck e Georges Cuvier. A questo importante simposio sono stati invitati gli scienziati europei che (soprattutto grazie ai progetti GEHA-Genetics of Healthy AGing- e IDEAL) negli ultimi anni hanno maggiormente contribuito a decifrare gli aspetti più significativi del processo di invecchiamento: un incontro che ha consentito ai ricercatori di confrontarsi sulla loro attività scientifica e sui possibili sviluppi che essa potrà registrare in futuro. L'Italia era rappresentata dal direttore della ricerca biomedica dell'Università di Bologna, il Prof. Claudio Franceschi, dalla Dott.ssa Antonia Stazi, dell'Istituto Superiore di Sanità, e dal sottoscritto, in rappresentanza del gruppo di Genetica della longevità dell'Università della Calabria.

Nel corso del convegno si è discusso principalmente degli studi relativi alla genetica dei processi cellulari che costituiscono la base dell'invecchiamento, ma anche di infiammazione e di restrizione calorica, ambiti di ricerca dai quali potrebbero venire risposte decisive rispetto all'obiettivo di rallentare sempre più l'invecchiamento. E' interessante notare che tra le altre cose si è anche parlato della popolazione calabrese che, si è notato, è tra le più longeve del mondo.

Di seguito, cercherò di riassumere gli argomenti principali discussi e le più importanti scoperte riportate al fine di fornire un quadro complessivo ed aggiornato di questo campo di ricerca, i cui risultati potrebbero presto permetterci di vivere più a lungo e in buona salute.

Variabilità genetica ed efficacia dei processi cellulari

La ricerca genetica nel campo della longevità umana ha evidenziato in molti studi che le mutazioni nei geni che codificano le proteine coinvolte nella manutenzione cellulare hanno una grande importanza nel modulare la velocità dell'invecchiamento, di conseguenza, vita. Di la durata della particolare importanza sembrano essere le proteine coinvolte nel DNA, la riparazione dei telomeri, nella risposta allo shock termico, soprattutto quelle coinvolte nella efficienza della respirazione cellulare. Il processo permette di produrre i nutrienti per l'energia necessaria all'organismo. Se questo processo è svolto in maniera efficiente si avrà, a parità di nutrienti, la creazione di più energia e di una quantità minima di radicali liberi che costituiscono il prodotto di scarto della respirazione cellulare. Se il processo è svolto con minore efficienza, la produzione di radicali liberi sarà maggiore, portando ad una senescenza accelerata (invecchiamento cellulare) con il conseguente invecchiamento dell'organismo. L'efficienza della respirazione cellulare è determinata in parte dal nostro patrimonio genetico ma, si è visto, è anche modulato dai nostri comportamenti. Infatti una vita sedentaria tende a diminuire l'espressione di alcuni geni coinvolti nella gestione dei nutrienti e a sua volta questo porta a diminuire fortemente l'efficienza della respirazione cellulare determinando un aumento dei radicali liberi. Per contro, un'attività fisica costante ha l'effetto opposto e porta ad una bassa produzione di radicali liberi. Inoltre, si sta molto lavorando per cercare di identificare anche molecole capaci di stimolare l'espressione di geni che possono aumentare l'efficienza. Al momento si è identificato il resveratrolo, contenuto nel vino rosso, e alcune sostanze (ancora non definite) contenute nel tè verde.

Infiammazione

Altri studi hanno dimostrato che i geni implicati nel metabolismo delle lipoproteine (soprattutto APOE), l'immunità e l'infiammazione giocano un ruolo nell'invecchiamento. In particolare, una infiammazione cronica a basso grado è riconosciuta come una caratteristica fondamentale dell'organismo durante l'invecchiamento. Questo fenomeno, anche definito inflammaging, è particolarmente importante perché la maggior parte delle malattie legate all'età hanno una componente infiammatoria. Pare quindi evidente che una modulazione dell'infiammazione potrebbe diminuire l'incidenza delle malattie età correlate portando sia ad un miglioramento della qualità di vita che ad una diminuzione della mortalità. Dati recenti suggeriscono che l'infiammazione è più complessa di quanto precedentemente pensato, e che una varietà di organi e tessuti, tra cui il sistema immunitario, il tessuto adiposo, il muscolo e il fegato, partecipano nella produzione di stimoli infiammatori. Particolare attenzione meritano l'intestino e il suo microbioma poiché un enorme numero di batteri appartenenti a migliaia di specie diverse sono presenti nell'intestino, e una varietà di stimoli infiammatori originati in risposta a tali microorganismi influiscono su tutti gli organi. Recentemente, un asse intestino-cervello è stato ritenuto capace di influenzare la fisiopatologia del cervello e l'insorgenza di diverse malattie che si riteneva avessero origine esclusivamente nel cervello. Nonostante la sua importanza, la precisa identificazione dei principali stimoli che determinano l'inflammaging rimane sconosciuta. Gli stimoli di attivazione infiammatoria possono essere esogeni (ad esempio, persi-

stente infezione da citomegalovirus), ma la maggior parte sono probabilmente endogeni, prodotti forse da detriti derivanti dal metabolismo e dal ricambio continuo di cellule e tessuti. Un esempio è la crescente quantità di DNA mitocondriale circolante, che è individuata dai sensori di riconoscimento del pattern immunitario (il DNA mitocondriale ha un'origine batterica e quindi sembra essere ancora riconosciuto, almeno parzialmente, come estraneo dall'organismo) come stimolo infiammatorio potente. Le stesse considerazioni valgono per l'accumulo età-correlato di pro-infiammatori agalactosylated N-glicani (che rappresentano anche un potente biomarker dell'età biologica umana) nel sangue e di molecole pro-infiammatorie circolanti, dette microRNA ("inflammaMIR"). Tutti questi meccanismi sono diventati di recente obiettivi per terapie finalizzate a diminuire l'inflammaging per contrastare l'invecchiamento e le malattie legate all'età in diversi tessuti e organi. Ad esempio, alcuni farmaci si sono rivelati capaci di aumentare l'attività delle cellule killer naturali che puliscono continuamente il corpo da cellule senescenti; altri farmaci, invece, disattivano l'infiammazione cronica dovuta a corpuscoli infiammatori (come il DNA mitocondriale); ottimi risultati anti infiammatori si sono anche avuti grazie a diete arricchite con acidi grassi di tipo omega-3, con una dieta mediterranea, ma anche per mezzo di altre strategie nutrizionali, tra cui il digiuno intermittente.

Restrizione calorica

Molti studi su vari organismi modello hanno evidenziato che la restrizione calorica (cioè una forte riduzione di assunzione di nutrienti in assenza di malnutrizione) porta ad un significativo aumento della durata della vita. L'identificazione delle vie metaboliche coinvolte nei meccanismi molecolari modulati dalla restrizione calorica ha dimostrato che questo regime dietetico induce un arresto delle prime fasi della divisione cellulare; di conseguenza, la cellula entra in uno stato quiescente che prolunga la durata di vita. Inoltre, a livello dei tessuti, la drastica riduzione dei nutrienti correlata con la restrizione calorica porta ad un aumento della autofagia, un processo molto efficace per eliminare le molecole e le cellule vecchie e nocive. Il risultato complessivo è quindi un organismo con cellule semiquiescenti (che sono fortemente resistenti a processi neoplastici) e tessuti efficienti. E' stato inoltre riportato che le molecole associate con la segnalazione della presenza di nutrienti, come IGF (fattore di crescita insulino-simile), l'insulina e TOR (target della rapamicina), hanno un ruolo fondamentale in questo processo. Poiché queste strategie sono state recentemente studiate anche nei primati e negli esseri umani (con volontari che si sono sottoposti a lunghi periodi di restrizione calorica) e hanno mostrato promettenti risultati, è stato proposto di cercare molecole che mimano gli effetti della restrizione calorica senza gli effetti collaterali che la drastica riduzione dei nutrienti può avere sugli esseri umani (come la depressione). A tal fine, l'uso di rapamicina è particolarmente promettente. Inoltre, studi incoraggianti sono attualmente eseguiti sulla capacità della spermidina di promuovere l'autofagia, di migliorare la salute dell'organismo, e, di conseguenza, prolungare la durata della vita. Tuttavia, i migliori risultati si sono finora avuti modulando la presenza di specifici amminoacidi nella dieta. Infatti, studi recenti hanno evidenziato che alcuni amminoacidi (che sono i "mattoni" di cui sono costituite le proteine) promuovono il funzionamento di IGF1. Per contro, l'assenza di tali amminoacidi dalla dieta, porta ad un effetto simile alla restrizione calorica. Poiché questi amminoacidi si trovano principalmente nelle proteine animali (soprattutto nella carne rossa e nei formaggi), vari studi stanno verificando di ottenere i benefici della restrizione calorica mediante una dieta in cui siano assenti (o quasi assenti) le proteine animali.

La longevità in Calabria

Gli studi demografici condotti a partire degli anni duemila hanno evidenziato alcune caratteristiche della popolazione anziana calabrese che hanno attirato l'interesse del mondo scientifico. Infatti, nella popolazione anziana calabrese il rapporto tra maschi e femmine è nettamente più alto che nel resto d'Europa, ad eccezione della Sardegna. Per esempio, mentre nel resto d'Europa c'è un maschio centenario ogni 4 o 5 femmine centenario, in Calabria (e in Sardegna) c'è un centenario ogni 2 centenarie, con alcune zone dove si arriva ad un rapporto di parità. Ciò è dovuto al fatto che i maschi calabresi e sardi vivono più a lungo che nel resto d'Europa. I motivi di questa maggiore longevità maschile sono stati investigati a lungo e sembrano risiedere principalmente nella dieta tradizionale calabrese, estremamente povera di proteine animali. Questi centenari hanno infatti mantenuto per gran parte della loro vita tale dieta che, essendo povera degli amminoacidi che accellerano il metabolismo cellulare, li ha protetti da tumori e malattie cardiovascolari. Tali effetti sono infatti più forti nei maschi che nelle femmine, e questo porta allo squilibrio tra i due sessi che si osserva nelle popolazioni dei paesi industrializzati.

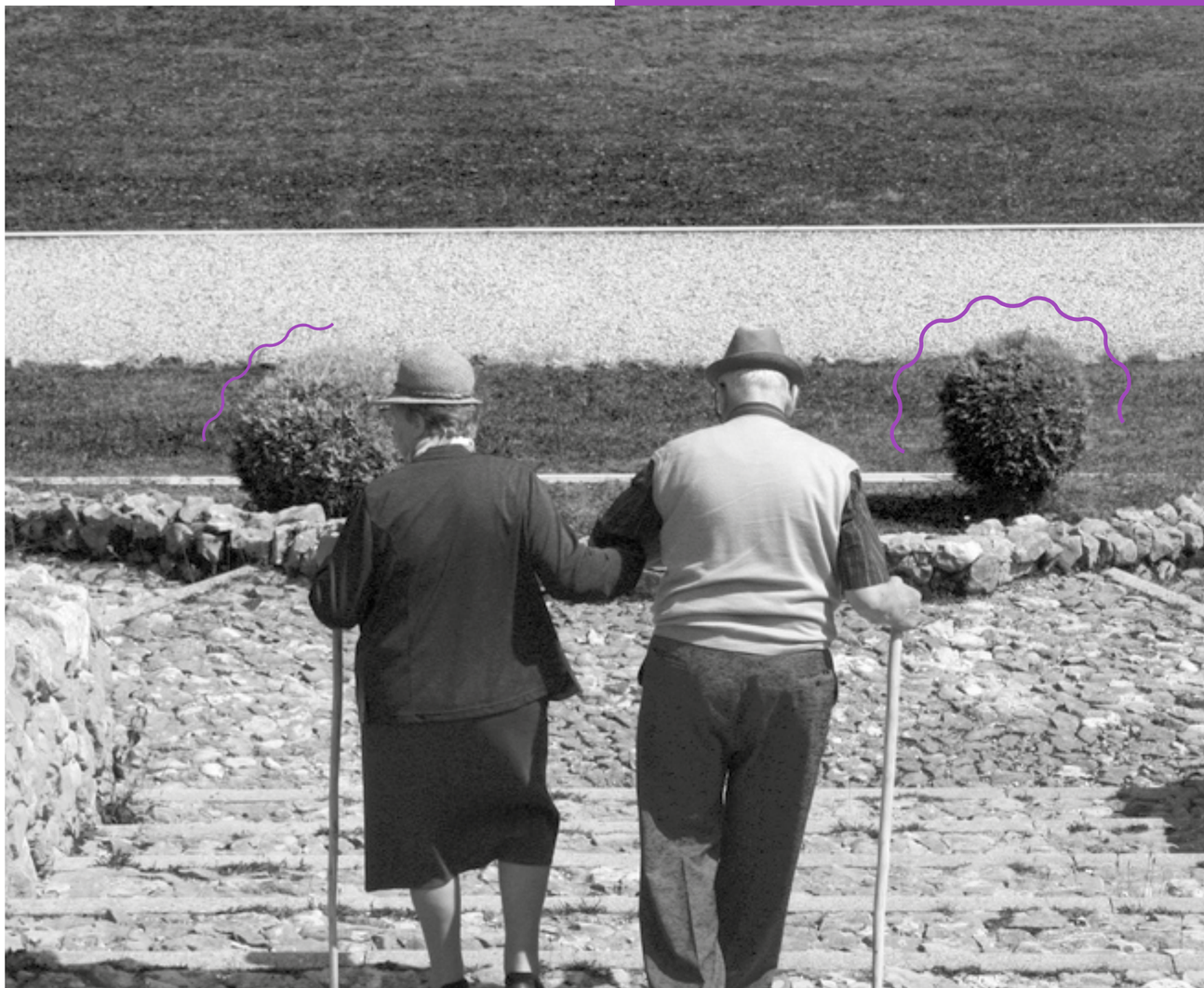
Fino a qualche settimana fa, l'uomo più vecchio vivente in Italia (e uno dei più vecchi al mondo), è stato Salvatore Caruso, un arzillo giovanotto di Molochio nato il 2 novembre del 1905, il cui record è stato riportato sulle prime pagine di diverse riviste scientifiche e di giornali a larga diffusione (come il Washington Post) come esempio delle caratteristiche benefiche della dieta tradizionale calabrese e del sud Italia in generale, che viene studiata e riproposta in tutto il mondo. E' interessante notare come gli studi più avanzati abbiano mostrato i benefici della dieta tradizionale e che scienziati ed imprenditori di tutto il mondo stiano cercando il modo di riproporre, adattando-

la al gusto moderno dei vari paesi, la dieta calabrese dei nostri nonni. Cosa che stride fortemente con il fatto che in Calabria, e nel sud in generale, prolifichino i MacDonald's e le diete iperproteiche importate dal Nord Europa e dagli Stati Uniti.

Conclusioni

La ricerca scientifica nel campo dell'invecchiamento ha compiuto negli ultimi anni progressi notevolissimi. Sono stati infatti compiuti progressi sia nella comprensione delle basi molecolari dell'invecchiamento che nella definizione di nuove strategie per posporre l'invecchiamento. E' importante sottolineare che tali scoperte tendono non tanto ad aumentare la durata della vita, ma la vita in buona salute: infatti i nuovi progetti di ricerca sono volti all' healthspan (durata della salute) e non alla lifespan (durata della vita). Diversi processi metabolici, immunologici, genetici e meccanismi molecolari sono stati identificati come possibili target di interventi nutrizionali e farmacologici, con la possibilità di indirizzare queste vie in modo sicuro e indurre risposte protettive e rigeneranti che aumentano l'healthspan umano. Tali interventi includono il digiuno intermittente, una lieve restrizione calorica combinata con restrizione proteica, l'inibizione dell'asse GH-IGF-I, l'inibizione della segnalazione Tor-S6K, l'attivazione delle sirtuine e AMPK, nonchè altri interventi farmacologici come rapamicina o spermidina.

Naturalmente allungare la vita della popolazione anziana avrà effetti molto importanti a livello sociale; una società in cui la maggioranza degli individui è anziana è una società mai esistita nella storia umana e dovrà trovare equilibri nuovi. La speranza è che le nostre società arrivino preparate a questo appuntamento, ormai prossimo.



SAE INTERNATIONAL™

GLI STRAORDINARI RISULTATI OTTENUTI DAGLI STUDENTI DI INGEGNERIA MECCANICA E GESTIONALE NELLA FORMULA SAE (SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS)

"DAIMONIOS"
QUANDO SCENDERE IN PISTA SIGNIFICA IMPARARE DIVERTENDOSI

Maurizio Muzzupappa
Associato di Disegno e Metodi dell'Ingegneria Industriale
Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Energetica e Gestionale (DIMEG) UNICAL
maurizio.muzzupappa@unical.it

Provate a chiedere ad un qualsiasi studente di Ingegneria Meccanica il *perché si è iscritto ad un corso di laurea così* impegnativo. Sono sicuro che la maggior parte di loro vi racconterà che ha sempre sognato di costruire un'auto da corsa. E' proprio così. Esiste una particolare categoria di persone che si iscrive al corso di laurea in ingegneria meccanica per inseguire un sogno! E se non si comprende cosa spinge un ragazzo di 18 anni ad intraprendere una scelta del genere non si può capire cosa c'è alla base dell'esperienza dell'Unical Reparto Corse: passione e preparazione tecnica, ma anche creatività, testardaggine e tanta pazienza.

Ho seguito in questi ultimi nove anni più di 150 studenti che si sono cimentati in questo progetto, tutti calabresi, tutti ingegneri meccanici e gestionali, ed ho avuto modo di toccare con mano i miracoli che questi ragazzi sono riusciti a fare. Chi non ha vissuto come me questa incredibile esperienza, difficilmente può capire cosa significhi realmente. Ed è per questo che voglio raccontarla, affinché si possa cogliere quanto di buona la nostra terra è in grado di realizzare, ma anche per dare il giusto merito a questi ragazzi meravigliosi.

Che cos'è la Formula SAE

L'Unical, o meglio gli studenti di ingegneria meccanica e gestionale dell'Unical, da ormai nove anni hanno raccolto la sfida lanciata dalla SAE International (Society of Automotive Engineers): progettare, costruire, pilotare e presentare una vettura prototipale in stile Formula.

L'idea di dare vita ad una competizione di questo genere è nata nel 1981, con la prima manifestazione denominata appunto Formula SAE. Nell'intento degli organizzatori, la competizione non è animata da spirito di competizione ed agonismo, quanto da un clima di collaborazione internazionale, forte interesse culturale per il settore e dalla volontà di dare agli studenti la possibilità di mettere in pratica le conoscenze acquisite durante gli studi universitari. Visto il successo che l'iniziativa ha riscosso negli anni, Università e sponsor, oggi, in varie parti del mondo, organizzano diverse manifestazioni: negli Stati Uniti, con ben tre eventi (California, Virginia e Michigan); in Australia, in Brasile, in Inghilterra, in Germania, in Giappone, in Austria e, dal 2005 anche in Italia con la Formula SAE ITALY.

La competizione è articolata in modo tale da premiare non tanto l'auto più veloce, quanto il team che meglio degli altri riesce a coniugare prestazioni, economicità, producibilità e vendibilità della propria vettura. La chiave del successo, insomma, risiede in un lavoro di squadra efficiente, basato sulla coesione di ogni membro del team e sull'interscambio di informazioni. Mediante la Formula SAE, gli studenti possono approfondire le proprie conoscenze nella progettazione e nella costruzione della vettura; fanno esperienza nel mondo reale perché imparano ad interfacciarsi con il mondo aziendale, rendendosi conto degli aspetti economici da considerare nella stesura di un progetto. Il regolamento della SAE impone come vincolo che il target di mercato della vettura da realizzare sia il corridore non professionista, per il quale la macchina da corsa deve offrire caratteristiche di guida molto buone, con particolare riguardo all'accelerazione, alla frenata e alla guidabilità.

Per individuare la macchina vincente una giuria di esperti provenienti dal mondo motorsport e, in generale, dal mondo dell'*automotive*, valuta sia gli aspetti teorici che le performance fornite in pista.

Per gli aspetti teorici sono previste tre prove: presentazione del progetto, *Design Event;* presentazione del piano dei costi, *Cost Event*, e presentazione del *business plan*. Nel *Design Event* gli studenti espongono le loro soluzioni costruttive e le motivazioni delle loro scelte. Il colloquio è supportato da un apposito fascicolo preparato dal team, il *Design Report*, al fine di trasmettere ai giudici, nel miglior modo possibile, il lavoro svolto e le conoscenze apprese. Il punteggio totalizzato nella prova è determinato dalla concomitanza di *Design Report*, risposte nella discussione ed ispezione della macchina. I costi sono un importante fattore per costruire una macchina da corsa. Nel *Cost Event* gli studenti devono trattare di: stime dei costi, tecniche e processi di realizzazione di parti della vettura. La prova consiste in un rapporto scritto, il *Cost Report*, e in una discussione con i giudici riguardo il prototipo costruito. Il rapporto dei costi contiene una lista di tutti i componenti, coadiuvata dai relativi costi di acquisto e/o di produzione. Il giudizio verte sull'organizzazione del *Cost Report*, la comprensione dei processi di produzione, ma anche sulle strategie possibili per ridurre i costi di produzione, simulando un caso reale. I team, infine, devono presentare il loro business plan di fronte ad una platea di giudici, rappresentanti, in questa specifica prova, di una casa costruttrice interessata alla produzione del prototipo. L'obiettivo è di dimostrare la perfetta adeguatezza del proprio prodotto al target di mercato proposto, garantendo al contempo alti livelli di producibilità e commercializzazione della vettura.

Le discipline dinamiche rappresentano senza dubbio le prove più appassionanti, ma sono anche le più impegnati-

ve. Si svolgono in totale 4 prove: *acceleration, skid pad, autocross* ed *endurance*. L'*acceleration* consiste in una prova di accelerazione 0-75 mt con partenza da fermo. Nello *skid pad*, le macchine vengono guidate su un percorso a forma di otto. Nell'*autocross*, la monoposto viene guidata su un percorso di circa 1 km attraverso rettilinei e curve. Il tempo sul giro serve come indicatore delle capacità dinamiche della vettura. I risultati nell'autocross determinano l'ordine di partenza nell'endurance. Fornendo il maggior numero di punti, l'*endurance* è la prova più importante ed è anche la più impegnativa. Due piloti si susseguono nella guida per percorrere una distanza totale di 22 km, caratterizzata da rettilinei, slalom tra i birilli e curve continue. Accelerazione, velocità, guidabilità, dinamica, consumi e affidabilità: le macchine devono mettere alla prova tutto questo. In aggiunta, nell'*endurance* viene misurato anche il consumo di carburante.

Un po' di storia

La Formula ATA (o formula SAE ITALY) è la manifestazione che si svolge in Italia ed è organizzata dall'ATA, l'Associazione Tecnica dell'Automobile, e da qualche anno anche in collaborazione con Dallara.

Dal 2005 l'Unical ha partecipato sei volte alla Formula ATA. La prima volta, nel 2006 dopo un intero anno di progettazione, ha concorso con il solo prototipo virtuale della vettura, classificandosi al 1° posto tra le Università esordienti, al 2° posto tra le 11 Università italiane e all'8° posto assoluto tra le 25 Università partecipanti. Nel 2008, l'Unical ha gareggiato per la prima volta con il prototipo fisico, ottenendo un risultato sicuramente incoraggiante, come testimonia il 22° posto in classifica nel design event, davanti ad oltre la metà delle Università italiane presenti, ma non riuscendo a gareggiare negli eventi dinamici per problemi tecnici. Nel 2009, l'Unical ha partecipato alla manifestazione Formula Student Austria confrontandosi con 21 Università provenienti da sei differenti nazioni (Germania, Austria, Svizzera, USA, Canada, Inghilterra). La vettura dell'Unical è stata l'unica italiana a partecipare a questa manifestazione. La competizione è stata serratissima, con tutte le vetture distanziate di pochi secondi l'una dalle altre. L'Unical, insieme ad altre sei Università, ha rotto il motore durante l'ultima prova classificandosi in ultima posizione. Nel 2012, il team calabrese ha partecipato a Varano de Melegari risultando vincitrice del "*cost event*" e, pur non riuscendo a completare la gara per la rottura di una sospensione, si è degnamente classificata al 27mo posto su 42. Nel 2014, sempre a Varano de Melegari, il team calabrese si è piazzato al 26esimo posto su 44 vetture presenti con buoni piazzamenti in tutte le varie gare.

Il progetto

Progettare un'auto da corsa è un'attività molto complessa perché in un'auto da corsa vengono sintetizzate tutte le conoscenze della meccanica e non solo: i materiali ed il loro comportamento, la cinematica e la dinamica, l'aereodinamica, i motori, le trasmissioni meccaniche, l'ergonomia, l'elettronica e tanto altro ancora.

Quando si affrontano progetti così articolati il primo passo da fare è quello di suddividere il lavoro in parti di complessità minore. Questo approccio, conosciuto con il nome di *collaborative design*, consente di affrontare in parallelo i molteplici aspetti del progetto, ma pone anche una serie di difficoltà perché richiede un complesso lavoro di coordi-

2008 – Faiza

2009 – Black Devil

2012– Anniversary.

2014 - Oneiron

namento in quanto ogni aspetto, ogni decisione, ogni scelta di un gruppo spesso comporta la modifica delle scelte fatte dagli altri gruppi: ogni singola scelta che si fa, quindi, deve essere sempre condivisa e soprattutto verificata, prima nel singolo gruppo e poi con tutti gli altri.

Infine, per comprendere la difficoltà del lavoro è bene sempre immaginare che il punto di partenza per la progettazione di una vettura da corsa è un foglio bianco con a fianco il regolamento tecnico e che tutte le attività di progettazione devono essere eseguite utilizzando sofisticati strumenti di modellazione e simulazione tridimensionale.

Il lavoro di progettazione per la vettura 2015 è iniziato a settembre del 2014, esattamente un anno prima di partire per la gara. Il primo passo è stato di suddividere il progetto così come mostrato in figura: per ogni gruppo è stato identificato un responsabile e una serie di co-progettisti.

Vediamo allora nel dettaglio gli aspetti tecnici della nostra vettura.

Il gruppo motore si è occupato di tutto ciò che riguarda la propulsione: motore, sistema di raffreddamento, sistema di scarico e di aspirazione. Se da un lato il motore è un tipico motore motociclistico (nessun team progetta da zero il motore), d'altra parte l'adattamento di un motore motociclistico alle specifiche del regolamento e, soprattutto, alle esigenze di una vettura da corsa richiede un grande sforzo progettuale. Senza andare troppo nel dettaglio, il motore utilizzato nella nostra vettura è un 4 cilindri 600cc Yamaha FZ6 S2 che è stato modificato, come da regolamento, realizzando un sistema di aspirazione *monofarfallato* con strizione da 20mm posta tra farfalla e condotti di aspirazione. Sistema di raffreddamento e sistema di scarico sono stati, a loro volta, interamente riprogettati per potersi riadattare alle esigenze della vettura: lo stesso è avvenuto anche per il cablaggio del motore e la centralina elettronica di controllo.

Modello virtuale del motore

Simulazione del Sistema di scarico

Il gruppo della trasmissione si è occupato di come far arrivare il moto dal motore alle ruote. In figura è mostrato tutto il gruppo trasmissione, costituito da una serie di particolari tutti funzionali allo scopo. La vettura è a trazione posteriore ed usa un differenziale della Drexler ed una trasmissione a catena.

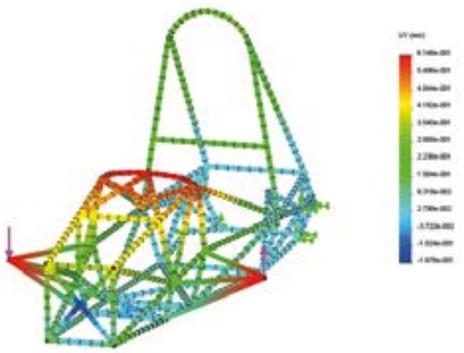
Retrotreno della vettura

Schema della trasmissione

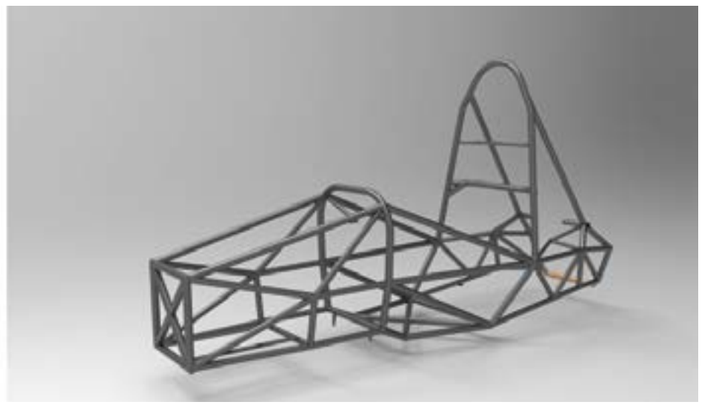
Il gruppo della dinamica si è occupato della progettazione delle sospensioni e dei gruppi ruota. Dal progetto delle sospensioni dipende il comportamento in pista della vettura. In particolare la cinematica delle sospensioni permette di definire come il pneumatico aderisce al terreno nelle diverse condizioni di gara. La figura seguente mostra la complessità del progetto del gruppo della dinamica. Entrando un po' più nel dettaglio, lo schema sospensivo è di tipo Pull Rod sia all'anteriore che al posteriore (schema tipicamente usato nelle vetture di Formula 1. Oltre alle sospensioni, sono stati anche progettati i mozzi e i portamozzi (che permettono di collegare le ruote al resto della vettura) e, non ultimo, il sistema sterzante.

Schema delle sospensioni

Gruppo ruota

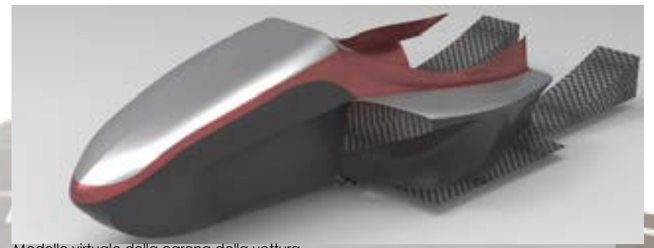


Simulazione stutturale sul telaio



Modello virtuale del telaio

In strettissima collaborazione con il gruppo della dinamica, il gruppo telaio ha progettato la struttura della vettura, che è lo scheletro attorno al quale è possibile assemblare tutti i componenti. Il telaio è l'elemento portante della vettura ed è stato progettato con tubolari d'acciaio AISI 4130. Il telaio deve seguire un regolamento estremamente vincolante che impone un grado di sicurezza per i piloti molto alto, per evitare qualsiasi possibile incidente. Insieme al telaio, il gruppo si è occupato anche della progettazione dell'attenuatore d'impatto, un sistema che serve per assorbire gli urti in caso di incidente frontale.



Modello virtuale della carena della vettura

Infine il gruppo dell'aereodinamica si è occupato della progettazione delle carene della vettura. A partire da simulazioni fluidodinamiche si è giunti a definire la forma del muso, del fondo piatto e delle pance laterali per consentire un corretto flusso d'aria, in particolare per il raffreddamento del motore.

La realizzazione

Se progettare un'auto da corsa è una sfida complessa, costruirla è una sfida ancora più ardua, soprattutto se si pensa di realizzarla in Calabria, dove le risorse non sono paragonabili a quelle di altre regioni, italiane o straniere. Se, poi, la vettura deve essere costruita con risorse finanziarie limitatissime, come quelle sulle quali può contare il nostro team, allora credo si può parlare di un'impresa impossibile (per un credente la parola corretta sarebbe "miracolo").

Abbiamo iniziato a costruire la vettura a partire dai primi giorni del mese di giugno (a soli tre mesi dalla gara). Si è lavorato incessantemente, giorno e notte, senza pausa, saltando le domeniche, le feste comandate e le ferie agostane (e nel frattempo, chi ha potuto, ha fatto anche esami). Ci tengo a sottolineare che nella costruzione della vettura abbiamo potuto contare sul supporto fondamentale di alcune ditte calabresi: la Zero Racing di Cosenza e la Pettinato Motorsport di Castrovillari. Il loro aiuto è andato ben al di là di una semplice consulenza o servizio: hanno sposato con noi il progetto ed hanno affiancato i ragazzi per tutto il tempo necessario. Una vettura da corsa, quindi, in tutto e per tutto "MADE IN CALABRIA", che significa pagare tutto di più, comprare tutto fuori, aspettare più tempo per le forniture, ma significa anche saper superare tutti i problemi e non arrendersi mai.

Anche per la realizzazione della vettura, il team è stato organizzato in gruppi con a capo un responsabile unico. Tipicamente, ogni studente ha seguito per intero l'iter del o dei componenti progettati. Ognuno si è così confrontato con il mercato (cataloghi, fornitori, ordini), con le tecniche di lavorazione (tradizionali e non) e i materiali (tipicamente acciaio, alluminio e fibra di carbonio).

Alcuni momenti delle fasi di costruzione della macchina

La macchina è stata presentata al pubblico giorno 7 settembre presso l'anfiteatro dell'Unical alla presenza del Rettore e di altre autorità ed è stata testata in pista vicino Lamezia solo qualche giorno prima di partire. Provate ad immaginare cosa può aver significato per i ragazzi vedere la macchina mettersi in moto, muoversi, sterzare, frenare, mostrarsi affidabile, agile nello slalom e veloce nel giro di pista. Le emozioni e le soddisfazioni, che i ragazzi hanno provato, hanno ampiamente ripagato tutti gli sforzi e le fatiche fatte.

La gara

Alla sesta partecipazione, nel 2015, l'Unical ha conseguito il punteggio totale più alto della storia del team (414 punti), circa 80 punti in più rispetto al pur alto punteggio raggiunto l'anno precedente. La classifica finale ha visto il team dell'Unical piazzarsi al 19mo posto (nella categoria a combustione) su 43 università provenienti da tutto il mondo (12 Germania, 12 Italia, 5 India, 3 Polonia, 2 Ungheria, 2 Israele e rispettivamente 1 per Repubblica Ceca, Francia, Austria, Malta, UK, Finlandia ed Emirati Arabi,) e chiudere al 4° po-

La prime prove in pista della vettura

L'Unical Reparto Corse in pista a Varano

sto tra le 12 università italiane. Da evidenziare, analizzando i risultati delle singole prove, che l'Unical Reparto Corse ha ottenuto il secondo posto nel *presentation event* (che consiste nel presentare un business plan relativo alla vettura realizzata), prima tra le università italiane, e l'11esimo posto nel *design event*. Sesto posto nella classifica generale nelle prove statiche con 275 punti su 325 totali.

Ma nel 2015 l'Unical Reparto Corse non ha solo eccelso nelle prove teoriche, ma ha anche realizzato una vettura capace di un fantastico 8° posto in accelerazione a soli 3 decimi dalla corazzata red bull austriaca (3.813sec contro 4,136sec) ed uno sfortunatissimo 16esimo posto nello *skid pad,* ad un solo secondo dalla prima classificata,ma avendo gareggiato con condizioni di pista differenti (i primi in condizioni di asciutto mentre noi sul bagnato). Poi, quando un risultato estremamente positivo sembrava assolutamente alla nostra portata, nella prova più impegnativa dell'endurance, durante il cambio piloti ed a soli pochi chilometri dall'arrivo, una piccola perdita di acqua ha comportato l'annullamento della prova. Un vero peccato, perché senza questo piccolo inconveniente, "daimonios" (questo è il nome della vettura realizzata dai ragazzi calabresi) avrebbe concorso sicuramente per le primissime posizioni. E nonostante questo intoppo, il risultato raggiunto è estremamente positivo, soprattutto se confrontato con il 26esimo posto dello scorso anno e il 27esimo del 2012.

Capacità, impegno,passione

Quello che i risultati sportivi non dicono è che 23 ragazzi calabresi, uniti da una passione profonda, hanno rinunciato al loro tempo libero per dedicarsi anima e cuore a questa incredibile esperienza. Hanno progettato e costruito un'auto da corsa, in grado di fare 75mt con partenza da fermo in 4.1sec, hanno lavorato in team, fianco a fianco per un intero anno; si sono confrontati con colleghi provenienti da tutto il mondo, hanno sfidato la RedBull austriaca e sono stati esaminati da grandi professionisti del settore motorsport.

Da quando è iniziata questa avventura, sono passati tanti anni e sono stati coinvolti numerosi studenti, ma lo spirito, la preparazione e l'entusiasmo è sempre lo stesso. Noi, forse, e sottolineo forse, non riusciremo mai a competere con le superpotenze tedesche o austriache, che dispongono di budget incredibili per realizzare le loro vetture; ma saremo sempre in grado di dire la nostra nella competenza, nella creatività e nell'entusiasmo dei ragazzi: in questo non temiamo il confronto con nessuno.

Ed è proprio questa la più grande soddisfazione: vedere i nostri ragazzi competere alla pari per competenza e preparazione con gli studenti di ingegneria provenienti dalle più prestigiose università del mondo. Questo è il mio orgoglio e spero possa esserlo anche per tutti i Calabresi.

pubblicita

pubblicita

CONTROLLO E MONITORAGGIO: STRUMENTI PER LA VERIFICA STRUTTURALE E LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

G. Porco* – D. Romano – G.F. Valer Montero***
* Università della Calabria, Dipartimento di Ingegneria Civile
a.porco@sismlab.it giuliafvalerm@gmail.com

** Sismlab s.r.l.- Spin – Off Università della Calabria.
d.romano@sismlab.it

PREMESSA

Il lavoro illustra alcune metodologie di controllo sperimentale utili per lo studio del comportamento di edifici [1], [2], [14], opere di sostegno e viadotti [5], basate sull'uso di architetture di monitoraggio a fibra ottica. Tali metodologie sperimentali, costituiscono efficaci strumenti per effettuare verifiche di affidabilità strutturale, sia nelle fasi di realizzazione delle opere che nel corso degli anni. In pratica, attraverso protocolli procedurali oramai consolidati, si può determinare la reale affidabilità di una struttura rispetto alle condizioni di carico che essa sarà chiamata a sopportare, compresa quella sismica. Inoltre, grazie alla conoscenza in tempo reale dei livelli di deformazione in alcuni punti delle membrature portanti, è possibile valutare rapidamente se, a seguito di un sisma, una struttura può ancora assolvere alla sua funzione di progetto, se il suo utilizzo deve essere limitato all'uso o se necessita di interventi di consolidamento.

Nei riguardi del rischio sismico, le attività di controllo e monitoraggio incidono fortemente su uno dei fattori da cui è costituito: la vulnerabilità sismica. Infatti, con efficaci azioni di controllo basate su dedicate architetture di monitoraggio, sin dalle fasi costruttive si può, appunto, incidere sulla vulnerabilità delle nostre strutture, migliorandone il livello di affidabilità.

Introduzione

Quello sismico negli ultimi anni è diventato un argomento di grande interesse, che ha coinvolto sia strutture e interlocutori politici, tecnici e produttivi del Paese, sia singoli cittadini che, in alcune aree, sono stati e sono tutt'ora interessati da fenomeni sismici di bassa intensità, benchè numerosi.

Storicamente gli eventi sismici che hanno interessato il territorio Italiano hanno avuto una caratteristica comune: mettere in evidenza la elevata vulnerabilità sismica delle costruzioni e l'inadeguatezza, almeno fino a qualche anno addietro, della classificazione del territorio per la valutazione dei fenomeni. Partendo dagli eventi più recenti, che hanno colpito il territorio dell'Aquilano, sono emerse carenze strutturali anche in edifici appena realizzati, ancora non entrati in servizio. La vulnerabilità di queste strutture è risultata enormemente incrementata, rispetto a quella teorica, per la inadeguatezza dei materiali utilizzati, difetti costruttivi e anche errate valutazioni progettuali. Una miscela di elementi che si è tradotta nell'aumento del rischio sismico reale rispetto a quello previsto.

Gli ultimi eventi che hanno interessato la regione Emilia Romagna, invece, hanno messo in risalto l'elevata vulnerabilità delle aree industriali, realizzate per la quasi totalità con elementi prefabbricati. In tale contesto, a parte la già citata inadeguatezza della classificazione territoriale riferita alla valutazione delle azioni sismiche, oggi sicuramente migliorata con le NTC08, è stato evidenziato che, in alcune aree, particolari tipologie costruttive di prefabbricazione mal si adattano ad assorbire condizioni di carico orizzontali e possono, come è accaduto, causare rovinosi crolli.

Lo studio della vulnerabilità sismica di una struttura, ossia la sua propensione a subire un danno, a fronte di un evento sismico, può essere di aiuto comprendere meglio snche le cause dei crolli e dei collassi, e quali siano i fattori su cui incidere per ridurre la portata di questo elemento, utilizzando tecniche e sistemi collaudati positivamente dal mondo della ricerca. Sotto il profilo ingegneristico, la fase di progettazione sviluppata nel rispetto delle norme tecniche, conferisce a un'opera, un edificio, un ponte o un muro di sostegno, una propria vulnerabilità sismica. Tale vulnerabilità sarà però teorica, nel senso che, quando l'opera sarà realizzata, se tutto è avvenuto nel rispetto delle prescrizioni del progetto e senza vizi costruttivi, la struttura evidenzierà piena convergenza tra vulnerabilità teorica di progetto e vulnerabilità reale.

Un'altra variabile che incide, e che può incrementare la vulnerabilità sismica, è il tempo. La struttura, infatti, potrà subire modificazioni anche solo per il deterioramento dei materiali da cui è costituito. Anche questo aspetto di variazione delle prestazioni in corso d'esercizio, dunque, incide negativamente sulla vulnerabilità di una struttura.

Appare chiaro che gli aspetti fondamentali da considerare sono due: da un lato, verificare in fase di costruzione e prima dell'entrata in servizio di un'opera che i coefficienti di sicurezza di progetto attesi diventino i reali coefficienti di sicurezza del manufatto. Solo in questo modo sarà possibile ottenere una reale convergenza tra vulnerabilità teorica e vulnerabilità reale; dall'altro, la verifica nel tempo e, quindi in esercizio, che il livello di affidabilità resti immutato.

Una adeguata risposta a questi esigenze, e quindi un valido supporto per affrontare tali problematiche, negli ultimi anni, è arrivata dal monitoraggio strutturale attraverso sistemi di controllo residenti a fibra ottica[3], [10]. In pratica, su organismi resistenti di nuova realizzazione, è possibile collocare rilevatori di deformazione sin dalle fasi costruttive e seguire in tempo reale, ed in remoto, i processi di carico della struttura resistente[7]. Tali sistemi, sono sostanzialmente costituiti da sensori di spostamento collocati, il più delle volte, sulle barre d'acciaio o sui trefoli di precompressione, di una predeterminata base di misura, successivamente inglobati nel getto di calcestruzzo ed interrogati all'occorrenza. La portata delle attività tecniche di controllo sviluppabili con tali sistemi è estremamente vasta. Restando al tema della prevenzione sismica, sicuramente con campagne sperimentali dedicate sarà possibile valutare la perfetta rispondenza dell'opera realizzata sulla base di dati oggettivi al progetto originario e così escludere eventuali vizi o difetti costruttivi. Inoltre, con rilevazioni e controlli eseguiti nel rispetto dei piani di manutenzione, sarà possibile verificare l'immutata consistenza strutturale al trascorrere del tempo ed in esercizio. In ultimo, il sistema di monitoraggio residente costituirà un formidabile strumento da utilizzare a valle di sismi di elevata intensità, per verificare l'oggettiva fruibilità di una struttura o inibirne temporaneamente l'uso. Si tratta di aspetti complessi e delicati, che questo articolo intende illustrare puntando a divulgarne le conoscienze nell'opinione pubblica. Metodologie sperimentali applicate agli edifici di civile abitazione, alle opere di sostegno e ai ponti che possono fare la differenza in caso di terremoti. Naturalmente, per gli opportuni approfondimenti tecnici, si consigliano i diversi articoli specialistici disponibili in letteratura.

1. *Controllo e Monitoraggio di strutture in c.a. di nuova realizzazione*

Il monitoraggio strutturale, implementato come attività continuativa che segue la struttura portante di un edificio sin dalle fasi costruttive e per tutto il ciclo di vita, sicuramente riduce le incertezze sulle caratteristiche dei materiali utilizzati, garantendo il rispetto della loro congruenza con i parametri meccanici previsti in fase di progetto, l'assenza di eventuali difetti costruttivi.

Concretamente, sulle strutture in calcestruzzo armato, l'azione di monitoraggio può essere effettuata seguendo i regimi di tensione presenti sulle armature disposte nelle sezioni resistenti. Infatti, la misura di questa grandezza, anche in via indiretta, consentirà di verificare la graduale crescita dell'impegno statico in fase costruttiva, ma anche di rilevare la ridistribuzione dei regimi di sforzo quando, per cause non previste e non prevedibili, la struttura monitorata modifica la sua configurazione originaria relativa alla fase di entrata in servizio.

I rilevatori di deformazione o di spostamento sono applicati sulle barre d'armatura durante il corso delle fasi costruttive dell'opera, in corrispondenza di sezioni guida identificate nella fase di ideazione dell'architettura del sistema di controllo

Fig. 1 – Schema di posizionamento dei sensori a fibra ottica in una ossatura portante

A titolo di esempio, nella figura seguente è riproposto lo schema di un fabbricato in cui sono indicate alcune sezioni monitorate e il posizionamento sulle barre d'acciaio dei rilevatori di deformazione.

Per quanto attiene al montaggio in opera degli strumenti di rilevazione, tale attività non modifica e non interferisce con le attività realizzative della struttura. Il montaggio dei rilevatori avviene nella fase in cui le armature sono già disposte nei casseri e il passaggio dei cavi di collegamento interessa o parti di calcestruzzo ancora da realizzare o le solette dei solai. Nelle immagini riportate di seguito sono riprodotte fasi di montaggio dei sensori in opera su alcune travi e su alcuni pilastri.

Per quanto rigurda la campagna sperimentale, essa sarà essenzialmente suddivisa in due grandi fasi. La prima, dedicata alle attività di realizzazione del sistema di monitoraggio e di costruzione dell'opera, verificherà la qualità dei materiali e l'assenza di difetti costruttivi, attestando che l'edificio possiede le prerogative di progetto e, quindi, una vulnerabilità sismica in linea con quanto imposto dalle norme vigenti.

La seconda fase, invece, sarà orientata principalmente al controllo in esercizio ed a creare un supporto alle verifiche periodiche disciplinate dal piano di manutenzione, attraverso le quali si verificherà la conservazione dello stato di affidabilità dell'opera in riferimento all'entrata in esercizio, assicurando con il trascorrere del tempo il mantenimento dei coefficienti di sicurezza e, quindi, una vulnerabilità sismica coerente con le norme tecniche di riferimento.

Nella figura seguente, con riferimento ad una membratura monitorata, ed in particolare al regime di deformazione acquisito su un periodo temporale di

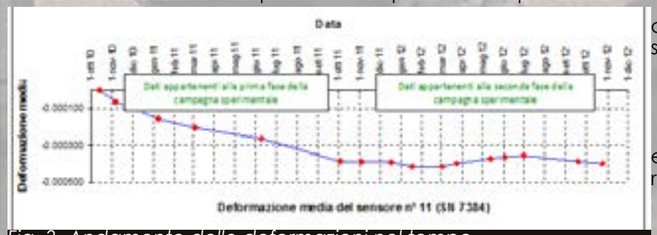


Fig. 3- Andamento delle deformazioni nel tempo con suddivisione in fasi

ventiquattro mesi e per una singola barra d'acciaio, sono riportate le fasi prima descritte con l'indicazione dei gruppi di lettura.

La fase di verifica delle modalità costruttive, inizia nel momento in cui il sensore viene installato; durante questa prima attività, sono eseguite le misurazioni iniziali, che hanno anche lo scopo di certificare il buon funzionamento dei rilevatori applicati. Complessivamente in questa fase riconosciamo due gruppi di misura: il primo riguarda l'installazione del sistema e serve a validarne l'affidabilità, nonché l'esistenza di spaziui di escursione sufficienti sul singolo sensore, in trazione e in compressione; Il secondo gruppo, invece, è relativo proprio alla campagna sperimentale di verifica costruttiva. L'intervallo temporale durante il quale essa verrà eseguita, si sviluppa secondo preordinati eventi di misura, tali da evidenziare gli effetti di

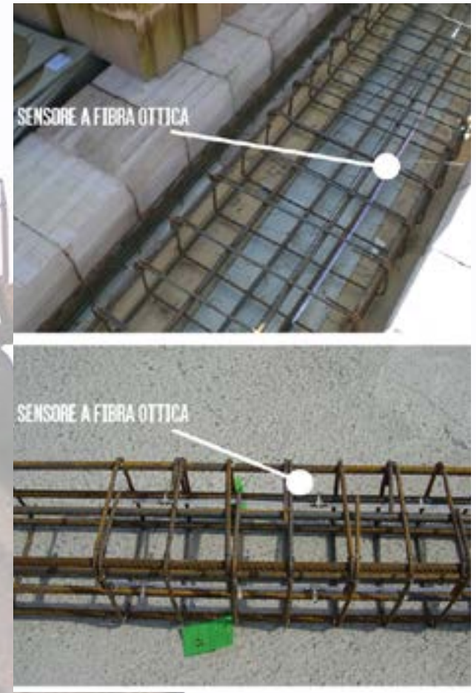


Fig 2 – Fasi di montaggio dei sensori a fibra ottica su travi e pilastri

disturbo provenienti dal ritiro del calcestruzzo e presenti sulle deformazioni delle barre d'acciaio monitorate.

L'insieme delle operazioni da compiere possono essere raccolte in un protocollo procedurale nel quale si riconoscono le seguenti azioni principali:

1. acquisizione di dati sperimentali in opera secondo una prefissata cronologia temporale, creando due gruppi di misure: il primo costituito da valori attestanti la funzionalità del sistema di monitoraggio, il secondo relativo a misure grezze, ossia non depurate, per il controllo delle fasi costruttive.
2. graficizzazione delle progressioni deformative su intervalli temporali interconnessi con le fasi costruttive.
3. modellazione teorica della struttura monitorata attraverso l'impiego di un solutore agli elementi finiti per preordinate condizioni di carico e per definite geometrie costruttive intermedie.
4. valutazione degli effetti secondari sulle misure sperimentali quale il ritiro, in relazione alla membratura monitorata e identificazione dei valori sperimentali filtrati o depurati.
5. confronto teorico – sperimentale e interpretazione dei percorsi deformativi teorici e sperimentali depurati.

La seconda fase di verifica relativa allo stato di esercizio, invece, ha inizio quando l'edificio entra in servizio,

momento che coincide, sotto il profilo giuridico, con il compimento di un iter burocratico che, prevede una relazione, una volta ultimata l'opera e il collaudo, con il rilascio di un certificato di abitabilità. Per quanto attiene, invece, ai regimi di sollecitazione, l'entrata in servizio di una struttura coincide con la presenza di pesi propri, carichi permanenti, accidentali, ma principalmente con la stabilizzazione del regime di sollecitazione interno, il quale, associato ad una configurazione definitiva e stabile della struttura, subirà esclusivamente variazioni indotte dagli effetti stagionali. L'entrata in servizio della struttura sotto il profilo dei regimi di sollecitazione non sempre coincide con la chiusura dell'iter giuridico. Anzi, è proprio a partire dall'entrata in servizio ufficiale dell'opera che è possibile riconoscere un intervallo temporale transitorio, durante il quale avviene il completamento dei processi di carico incompleti e la stabilizzazione delle configurazioni di equilibrio. Sempre in questo periodo, essendo le strutture in cemento armato multi iperstatiche, si registra il completamento del fenomeno di adattamento strutturale ai carichi e alle condizioni al contorno, pervenendo ad una distribuzione dei regimi di sforzo secondo un preordinato ordine di rigidezze ed associato ad una condizione di equilibrio stabile. Il periodo definito transitorio o di stabilizzazione dei regimi di sforzo ha una estensione variabile ed è funzione della complessità dell'opera in termini di distribuzione di rigidezze; inoltre apprezzabile è l'influenza sull'estensione temporale del transitorio, della natura e della consistenza dei terreni di fondazione.

La determinazione del compimento delle fasi di stabilizzazione e quindi il termine del transitorio, coincide sperimentalmente con un evento a partire dal quale, i valori di spostamento producono forme ad andamento sinusoidale, sovrapponibili all'alternarsi delle stagioni e oscillanti rispetto a valori medi costanti. Tutte le misure, eseguite a partire dal momento in cui è estinto il periodo transitorio, confluiranno in un *database*. Solitamente il periodo di acquisizione successivo alla fine del transitorio, comprende almeno dodici mesi di osservazione in modo da ingloba-re, nel campione che successivamente sarà utilizzato per la verifica comparativa, le perturbazioni dovute agli effetti stagionali di temperatura e di escursione di falda qualora presente.

Disponendo dell'andamento degli spostamenti nel tempo rilevati attraverso le basi di misura poste sulle membrature portanti, potranno essere effettuate le verifiche sul perfetto funzionamento strutturale dell'opera in corso di esercizio. In qualsiasi momento, quindi, potranno essere confrontati i valori misurati in tempo reale con quelli riferiti allo stesso periodo, e contenuti nel *database*, valutando anomalie e scostamenti e attivando, se necessario, indagini più approfondite. Anche in presenza di eventi sismici, la disponibilità del *database* diventa un formidabile strumento di confronto, consentendo agli operatori del settore di disporre di dati oggettivi sia per valutare il livello di danno presente sull'immobile che per stabilire l'affidabilità all'uso dell'edificio. Si può quindi affermare che, con l'ausilio di un sistema di controllo residente, è possibile garantire il mantenimento delle prerogative di progetto e quindi un livello di vulnerabilità sismica in linea con quanto previsto dalle norme tecniche. Inoltre, la disponibilità di misure di riferimento consente, a valle di eventi sismici di grossa portata, di fornire risposte immediate, basate su dati oggettivi, sulla possibile utilizzazione degli edifici o sul loro eventuale sgombero.

2. Controllo e Monitoraggio di opere per la stabilizzazione e il sostegno di versanti.

Le tecniche di controllo a fibra ottica e quindi il monitoraggio, anche in campo geotecnico, possono costituire un utile strumento per dare affidabili risposte, non solo in base a quanto richiesto dalla vigente normativa, ma rappresentare un potente veicolo per contribuire a ridurre, in molte circostanze, la vulnerabilità sismica. Anche su tali opere, la possibilità di incidere in positivo sulla loro risposta sismica, è sempre legata alla buona qualità dei materiali impiegati per la loro realizzazione, al rispetto delle modalità costruttive contenute nelle prescrizioni di progetto e al mantenimento nel tempo dei coefficienti di sicurezza. In effetti, anche per queste tipologie costruttive, disporre di metodologie sperimentali attraverso le quali controllare la qualità realizzativa, intesa non solo come verifica dei parametri meccanici dei materiali impiegati ma, come verifica complessiva di una risposta strutturale prescritta e mantenuta anche al trascorrere del tempo, assicura livelli di affidabilità noti e quindi una vulnerabilità sismica in linea con quanto previsto dalle normative in materia. Le opere geotecniche, anche quelle ordinarie, rivestono il più delle volte carattere di particolare importanza sul territorio. Infatti, spesso, grazie alla loro affidabilità e al loro corretto funzionamento sono assicurati i collegamenti viari e le vie di accesso ai centri abitati. In altre circostanze, quando si

Fig. 4 - Costone roccioso stabilizzato con barre di ancoraggio

circoscrive l'analisi alle opere di sostegno, poste a tergo di aree o di spazi pubblici, esse garantiscono l'uso di unità abitative o di aree di ammassamento o di primo intervento. Quindi, la portata dell'affidabilità sismica di queste opere non è fine a se stessa, ma a volte produce in modo indotto, un incremento di vulnerabilità sismica anche su quelle ad esse limitrofe.

In analogia a quanto illustrato per le strutture di nuova realizzazione in cemento armato, con i sistemi residenti di controllo a fibra ottica è possibile mitigare il rischio sismico inducendo una riduzione della vulnerabilità dell'opera. Quindi, una nuova costruzione, in fase di progettazione, possiede una vulnerabilità sismica teorica che, in relazione alle successive fasi costruttive, si traduce in una conferma o in una riduzione della vulnerabilità sismica reale. Ciò a dire che, solo con il rispetto di quanto contenuto nelle richieste di progetto ed in assenza di difetti costruttivi, all'entrata in servizio l'opera mostrerà un'auspicata convergenza tra le due tipologie di vulnerabilità. Diverso è, invece, il mantenimento delle prerogative di sicurezza nel corso della vita utile. In questo caso, l'entrata in servizio assegna una vulnerabilità sismica di progetto all'opera che gioco forza, in corso di esercizio, sia per i regimi di sollecitazione presenti, sia per le condizioni al contorno variabili, sarà soggetta a modifiche, già solo per il deterioramento dei materiali. Quindi, molto spesso il trascorrere del tempo ed il lavoro in

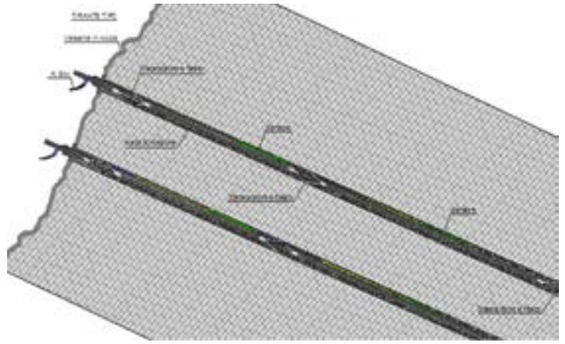


Fig. 5 – Schema di stabilizzazione con tiranti in barre Dywidag strumentate con sensori di deformazione

esercizio della struttura, può essere accompagnato da una riduzione delle prestazioni, con un conseguente aumento della vulnerabilità associata ad un incremento del rischio sismico.

Per le opere di stabilizzazione dei versanti e quelle di sostegno, in genere è possibile garantire le prestazioni di progetto e il mantenimento dei coefficienti di sicurezza all'entrata in servizio, utilizzando protocolli procedurali di verifica basati su sistemi di monitoraggio residenti a fibra ottica. I vantaggi del controllo e del monitoraggio saranno evidenti già dalle fasi realizzative, consentendo di misurare i reali stati di sollecitazione e rilevando, specialmente per gli interventi di stabilizzazione dei versanti, la reale efficacia delle chiodature e il livello di tiro delle barre ancorate nei suoli. Per gli interventi di stabilizzazione dei versanti, sarà possibile monitorare direttamente i tiranti applicando, sulle barre utilizzate per eseguire le cuciture e in diverse sezioni, i sensori di deformazione. Nella figura n.5, è rappresentato schematicamente un tirante in barre dywidag in opera con alcune sezioni strumentate.

Nella figura seguente invece è raffigurata una barra con i sensori applicati con riportate alcune misure geometriche, mentre nella successiva, sono riportate alcune barre già strumentate e pronte per essere collocate a dimora.

Fig. 6 – Schema di montaggio di due rilevatori di deformazione su un singolo tirante di ancoraggio

Il sistema di controllo consente di seguire le fasi realizzative e interrogato opportunamente, durante prove di tiro, esso fornisce utili informazioni per attestare sia la corretta realizzazione delle cuciture che la presenza dei reali coefficienti di sicurezza richiesti in progetto. In pratica, sarà possibile accertare se la vulnerabilità sismica teorica coincide con la vulnerabilità sismica reale. Per quanto attiene invece ai controlli in esercizio, anche in questo contesto sarà utile tenere sotto monitoraggio l'opera acquisendo parametri di deformazione per un periodo di tempo sufficientemente rappresentativo, in modo da comprendere tutte le escursioni delle condizioni al contorno di natura stagionale. Tali valori costituiranno, in un *database*, il campione di comparazione per verificare il mantenimento dei coefficienti di sicurezza all'origine o per accertare, a seguito di un sisma di alta intensità, se le strutture resistenti sono state danneggiate o se sono ancora perfettamente funzionanti.

In riferimento alle opere di sostegno classiche, e cioè i muri di sostegno in cemento armato, queste hanno solitamente un comportamento strutturale molto più semplice rispetto alle strutture utilizzate per la stabilizzazione. In pratica, la procedura di controllo delle fasi costruttive si estingue con la misura di un regime di deformazione relativo al ricarico del terreno a monte o alla presenza di eventuali carichi accidentali. La misure in alcune sezioni spia, vengono effettuate sia sul fusto che nella fondazione. Nella figura n.8, è riportato lo schema di una sezione di un muro di sostegno, con i sensori collocati sul fusto in zona tesa e compressa ed anche in fondazione. Anche in questo caso, l'installazione dei rilevatori di deformazione non richiede particolari accorgimenti che modificano le fasi lavorative in cantiere. In figura n.9, inveve, è riportato un tratto di muro in c.a dove sono riconoscibili alcune

Fig. 7 – Barre di ancoraggio pronte per essere inserite nei fori di perforazione

sezioni strumentate.

L'attività sperimentale, espletata durante le fasi di stagionatura dei calcestruzzi e nelle fasi di ricarico del materiale a tergo, fino naturalmente alla stabilizzazione dei regimi di sforzo, consentirà di attestare la corretta esecuzione dell'opera e la mancanza di difetti costruttivi.

Successivamente, all'entrata in servizio, l'attività sperimentale potrà essere dedicata alla creazione di una banca dati con la quale effettuare il controllo, in esercizio e a valle, di eventi sismici di alta intensità, per verificare anche in questo contesto la presenza di eventuali danni.

3. Controllo e Monitoraggio di viadotti e ponti in c.a.p.

Nel monitoraggio di opere infrastrutturali, i sistemi residenti a fibra ottica trovano la loro collocazione naturale, consentendo agli operatori del settore, di svolgere attività

sperimentali ad ampio spettro, con il fine di perseguire obiettivi diversificati e utili a garantire la sicurezza strutturale.

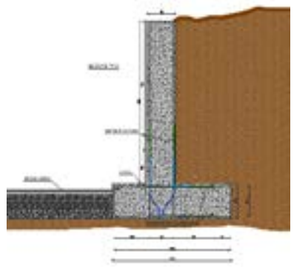


Fig. 8 – Schema tipo di un muro di sostegno in c.a. dotato di sistema di monitoraggio residente

In pratica, la disponibilità di misure di deformazione, non solo sulle membrature gettate in opera, ma anche sugli elementi in c.a.p. e sin dalle fasi di realizzazione in stabilimento, risolve uno dei maggiori problemi avuti fino ad oggi nell'espletamento delle attività di manutenzione. E' infatti possibile, con dati oggettivi, garantire e verificare il mantenimento dello stato di precompressione impresso in stabilimento per tutta la durata della vita utile delle travi in c.a.p..

Nei riguardi invece della vulnerabilità sismica, l'attività di monitoraggio eseguita con le stesse prerogative viste per le strutture geotecniche o per i fabbricati di civile abitazione, può essere un ottimo veicolo per garantire i requisiti di sicurezza previsti in progetto, sia per le pile che

Fig. 9 – Fase di installazione di sensori a fibra ottica su un muro di sostegno

per le spalle che per l'intero impalcato. In pratica, sarà possibile per spalle e pile seguire il graduale processo di carico relativo alle diverse fasi costruttive, mentre per le travi di impalcato la verifica dei livelli di sollecitazione potrà essere avviata già sulle piste di pretensione dei cavi di precompressione. Nella figura 10, con riferimento ad un viadotto di nuova costruzione, sono indicati gli elementi trave e la pila oggetto di monitoraggio.

I sensori sono stati inseriti sia sulla pila realizzata in opera che sulle travi in precompresso realizzate in stabilimento. In particolare, per queste membrature, i sensori sono stati applicati sui trefoli di precompressione in stabilimento al fine di determinare i regimi di carico sin dalle fasi di confezionamento e stagionatura delle travi. Nella figura n.11, sono riportate le posizioni dei sensori sui trefoli di precompressione.

Nella figura n.12, invece, sono illustrate alcune fasi di montaggio dei rilevatori di deformazione. Le travi, una volta maturate in stabilimento, vengono trasportate e varate sugli apparecchi di appoggio delle strutture verticali resistenti. Anche questa fase tanto delicata potrà essere controllata mediante le rilevazioni sperimentali, al fine di attestare che sugli elementi portanti le lavorazioni non abbiano prodotto alcun danno.

Successivamente, durante le fasi di realizzazione degli impalcati, sarà possibile far scorrere i cavi di collegamento dei sensori in soletta per attestarli in un box di testata collocato ad una delle estremità del ponte. Nella fig. 13, infine, sono riportate alcune fasi di sistemazione dei cavi di collegamento e dei sensori prima del getto di calcestruzzo.

Per i ponti e per i viadotti la disponibilità di un sistema residente di monitoraggio a fibra ottica offre innegabili vantaggi. Sicuramente, la verifica del rispetto delle prescrizioni di progetto, prima dell'entrata in servizio, costituisce un ottimo indicatore circa la sicura convergenza tra la vulnerabilità teorica e quella reale. La possibilità di verificare istantaneamente i regimi di sforzo di precompressione presenti nelle travi di impalcato, consente di valutare con dati oggettivi la reale affidabilità della struttura. In analogia con quanto già sottolineato nei paragrafi precedenti è possibile affermare che, un'estesa campagna sperimentale di rilevazione inserita nel contesto

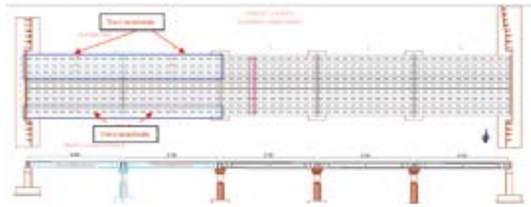


Fig. 10 – Viadotto di nuova costruzione con identificazione delle membrature monitorate

manutentivo, consente di verificare il mantenimento dei coefficienti di sicurezza nel tempo e ,quindi, di scongiurare

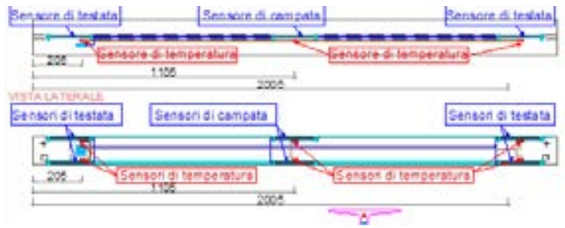


Fig. 11 – Schema per il posizionamento dei sensori nella trave in c.a.p.

un incremento della vulnerabilità sismica.

Conclusioni

Il problema dell'affidabilità strutturale degli edifici, dei ponti e delle opere di sostegno, in presenza di azioni

Fig. 12 – Posizionamento dei sensori sui trefoli di precompressione in stabilimento

sismiche, è stato negli ultimi anni, particolarmente sentito. Ricorrente è la domanda su cosa il mondo scientifico ed imprenditoriale possa mettere in campo per ridurre i danni alle strutture e per evitare, a seguito di crolli, la perdita di vite umane. La pericolosità degli eventi, la probabilità che essi interessino determinate aree e la portata dei danni che possono essere provocati, sono solitamente misurati con un indicatore definito rischio sismico. Esso ha una stretta correlazione con la vulnerabilità sismica delle strutture che a sua volta dipende dal tipo di materiale impiegato, dal tipo di progettazione eseguita e dal livello di conservazione delle opere con il passare del tempo.

Sotto il profilo ingegneristico, un contributo positivo potrà essere fornito incidendo sulla vulnerabilità, ossia

Fig. 13 – Sistemazione dei cavi di collegamento dei sensori lungo le campate del viadotto

garantendo che le nuove opere siano realizzate con materiali prestazionali e prive di vizi o difetti costruttivi. Inoltre, un controllo sperimentale basato su tecniche di monitoraggio residenti a fibra ottica, consentirà come è stato illustrato precedentemente, di raggiungere l'obiettivo della mitigazione del rischio riducendo la vulnerabilità strutturale. Si tratta di sistemi, oggi sempre più diffusi, che rappresentano un potente mezzo per valutare le reali condizioni di conservazione e di prestazione degli edifici, in modo da poter prevenire la reale risposta alle azioni dinamiche prodotte dai terremoti.

Bibliografia

[1] C.I. Merzbacher, A.D. Kersey, E.J. Friebele – "*Fiber optic sensors in concrete structures: a review*". Smart Materials and Structures 5 (1996) 196-208.

[2] Ansari F. – "*Practical implementation of optical fiber sensors in civil structural health monitoring*". Intell Mater Syst Struct 1998;18:879-89.

[3] H. Li, D. Li, G. Song – " *Recent applications of fiber optic sensors to health monitoring in civil engineering*". Engineering Structures 26 (2004) 1647-1657.

[4] Fu-Zhen Xuan, Hongwei Tang, Shan-Tung Tu – "*In situ monitoring on prestress losses in the reinforced structure with fiber-optic sensors*". Measurement 42 (2009) 107-111.

[5] Abdelfateh Kerrouche, W.J.O. Boyle, Tong Sun, K.T.V. Grattan, J.W. Schmidt, B. Taljsten – "*Enhanced FBG sensor-based system performance assessment for monitoring strain along a prestressed CFRP rod in structural monitoring*". Sensors and Actuators A 151 (2009) 137-132.

[6] T.L. Yeo, Y. Yuan, L.F. Boswell, T. Sun, K.T.V. Grattan – "*Optical fibre sensors for the measurement of concrete sample properties following exposure to freeze/thaw test*". Sensors and Actuators A 153 (2009) 166-170.

[7] G. Porco, D. Romano, F. Morrone – "*Structural health monitoring with fibre optic sensors: a studying case*". APCNDT 2009- The 13th Asia-Pacific Conference on Destructive Testing, 8-13 Novembre 2009 Yokoama – Japan.

[8] Z. Djinovic, M. Tomic, C. Gamauf – "*Fiber-optic Interferometric Sensor of Magnetic Field for Structural Health Monitoring*". Proc. Eurosensors XXIV, September 5-8, 2010, Linz, Austria. Procedia Engineering 5 (2010) 1103-1106.

[9] Rodrigues C., Fèlix C., Lage A., Figueiras J. – "*Development of a long-term monitoring system based on FBG sensors applied to concrete bridges*". Eng. Struct 2010;32:1993-2002.

[10] Paulo Antunes, Humberto Varum, Paulo Andrè – " *Optical FBG Sensors for Static Structural Health Monitoring*". The Twelfth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction. Procedia Engineering 14 (2011) 1564-1571.

[11] Dongsheng Li, Zhi Zhou, Jinping Ou – "*Development and sensing properties study of FRP-FBG smart stay cable for bridge health monitoring applications*". Measurement 44 (2011) 722-729.

[12] J.H. Mao, W.L. Jin, Y. He, D.J. Cleland and Y. Bai – "*A novel method of embedding distributed optical fiber sensors for structural health monitoring*". Smart Materials and Structures 20 (2011) 125018 (9pp).

[13] J.M. Henault, M. Quiertant, S. Delepine-Lesoille, J. Salin, G. Moreau, F. Taillade, K. Benzarti – "*Quantitative strain measurement and crack detection in RC structures using a truly distributed fiber optic sensing system*". Construction and Building Materials 37 (2012) 916-923.

[14] G. Porco, D. Romano, G. F. Valer Montero – "*Le tecniche NDT per il controllo dei materiali e delle strutture in ingegneria civile*" . Estratto da: Il Ruolo dei Controlli NDT per le verifiche di affidabilità e per le attività di manutenzione. Raccolta delle memorie presentate in occasione del

CARENZA D'ACQUA POTABILE? IL MARE CI AIUTERA' A RISOLVERE IL PROBLEMA

GRAZIE A INNOVATIVI SISTEMI INTEGRATI A MEMBRANA

Carenza di acqua, consumo energetico, consumo di materie prime, effetto serra e protezione ambientale sono tra i problemi che la Società di oggigiorno deve fronteggiare per mantenere e aumentare gli attuali standard di vita. Tali problemi sono in gran parte legati al notevole aumento della popolazione mondiale. Per quanto riguarda l'acqua, questa costituisce a tutti gli effetti un bene primario e insostituibile per qualunque essere vivente: l'elemento chiave per lo sviluppo di qualsiasi società, sia rurale (dove è fondamentale il suo utilizzo come acqua potabile), sia industriale (dove viene spesso utilizzata come acqua di processo). Purtroppo, però, le riserve di acqua potabile del pianeta in grado di sostenere le esigenze umane, industriali e agricole si stanno esaurendo ad una velocità allarmante tanto che il XXI Secolo è stato definito come "*Il Secolo della Carenza di Acqua*" e i suoi primi due decenni come "*I Decenni della Crisi Idrica*". Le previsioni sono per un ulteriore carenza di acqua potabile o direttamente utilizzabile in molte parti del mondo entro il 2025 (FIG. 1) a causa (i) della continua crescita della popolazione (FIG. 2) e (ii) del peggioramento nella qualità delle risorse idriche attualmente disponibili in seguito ai continui e spesso indifferenziati scarichi degli effluenti domestici e industriali senza adeguati trattamenti. Il consumo medio pro-capite è aumentato di circa sei volte negli ultimi 100 anni e si prevede raddoppierà entro il 2050[1]. Oltre che i problemi di "water stress", l'incremento dei consumi energetici e la diminuizione delle materie prime necessarie per lo sviluppo industriale caratterizzeranno le Società dei prossimi decenni. La carenza di acqua potabile, comunque, ha promosso lo sviluppo di fonti idriche alternative e, dato che il 97% della quantità di acqua utilizzabile nel pianeta è presente negli oceani sotto forma di *acqua salata*, inevitabile è stato il ricorso al mare per alleviare il grave problema della mancanza di acqua (FIG. 3). Oggigiorno la quantità di acqua dissalata in tutto il mondo si aggira sui 65.2 milioni di m^3 al giorno[2]. Per quanto riguarda la tecnologia adottata negli impianti di dissalazione, oltre il 60% di questi utilizzano come tecnologia di separazione un processo a membrana, principalmente l'osmosi inversa[2] (RO). Tali processi sono basati sull'uso di membrane semipermeabili in cui l'acqua pressurizzata riesce a permeare mentre i sali disciolti vengono bloccati (Fig. 4 e 5). Attualmente esistono impianti di dissalazione a osmosi inversa di grandissime dimensioni entrati in funzione nel 2013, come quello di Sorek (Israele) che produce 624.000 m^3 al giorno di acqua potabile (Fig. 6) o quello di Magtaa[3], nel Wahran (Algeria) che di metri cubi al giorno ne produce 500.000 (Fig. 7). Nuovi impianti sono stati già presentati dall'industria giapponese in grado di produrre oltre un milione di m^3 al giorno[4]. Gli impianti di dissalazione di futura generazione, per fronteggiare le crescenti richieste di acqua dolce, dovranno essere in grado di operare con fattori di recupero sempre più alti, garantendo un'acqua di qualità conforme alle linee guida imposte dalle normative vigenti, a prezzi sempre inferiori e infine, ma non per ultimo, a basso impatto ambientale per quanto riguarda sia il consumo di energia che lo stoccaggio/trattamento/smaltimento dei concentrati provenienti dalle unità di dissalazione. L'interesse nel settore è evidente ed è dimostrato dai numerosi progetti di ricerca in corso volti all'ottimizzazione di tali processi. Tra i più recenti si ricordano SeaHero (*Seawater Engineering Architecture High Efficiency Reverse Osmosis*) condotto in Corea del Sud e Mega-Ton Water System Project[4] in corso in Giappone. Nell'ambito dei progetti condotti a livello internazionale rientra anche MEDINA5 (Membrane-Based Desalination: An Integrated Approach) finanziato dalla Comunità Europea e coordinato dal Prof. Enrico Drioli del Dipartimento di Ingegneria Chimica e dei Materiali (oggi DIATIC) dell'Unical, in collaborazione con l'Istituto per la Tecnologia delle Membrane (ITM-CNR) di Rende. Obiettivo di tali progetti è oggi non solo quello di incrementare la capacità di dissalazione degli impianti, ma anche di sviluppare sistemi alternativi ed efficienti per il recupero dell'energia e per lo smaltimento dei concentrati. Unità di distillazione a membrana (MD)[6,7,8,9,10,11,12], di cristallizzazione a membrana (MCr) [6,13,14] e di pressure retarded osmosis (PRO)[15] vengono proposte per minimizzare l'impatto ambientale, per il recupero dell'energia e l'estrazione dei sali dai concentrati.

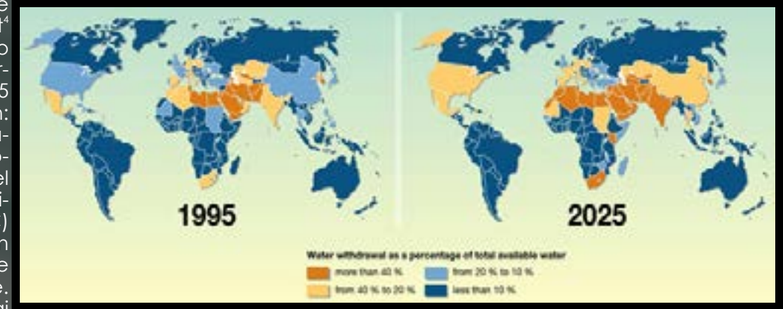


FIG. 1: Paesi in Water Stress nel 1995 e previsioni per il 2025. (Fonte: Water Cycle and Fresh Water Supply - http://cnx.org/content/m41397/latest/)

La distillazione a membrana (Fig. 8), grazie alle sue caratteristiche intrinseche di processo a membrana promosso da una forza spingente di origine termica, consente di ottenere acqua a elevato grado di purezza anche da soluzioni altamente concentrate, lì dove l'osmosi inversa non potrebbe operare a causa delle elevate pressioni osmotiche. Pertanto, quando viene inserita sulla corrente di retentato della RO, permette di incrementare l'efficienza del processo, ovvero consente di aumentare la quantità di acqua fresca globalmente prodotta dall'impianto fino a fattori di recupero del 93-95%.

La cristallizzazione a membrana rappresenta una estensione della tecnica di distillazione a membrana, un processo innovativo per il totale recupero dell'acqua dissalata in aggiunta all'ottenimento di cristalli da soluzioni sovrassature. Le acque saline possono essere così sfruttate anche per la produzione di diversi minerali, sempre più necessari ma in forte esaurimento. La MCr presenta un ulteriore vantaggio: riduce, fino quasi ad annullare, i problemi ambientali connessi con lo smaltimento del retentato, ossia della corrente altamente concentrata di materiale di rifiuto che gli impianti di dissalazione solitamente scaricano negli oceani. Altro vantaggio della MD e della MCr è quello di lavorare a pressione atmosferica e a temperature alquanto basse (30-90°C) rispetto ai tradizionali sistemi termici. Quest'ultimo aspetto offre quindi la possibilità di utilizzare fonti energetiche alternative e/o rinnovabili incluso l'energia solare.

Inoltre gli studi condotti dai ricercatori ITM e dell'UNICAL sui processi di cristallizzazione a membrana hanno permesso di realizzare un ulteriore importante progresso nella cristallizzazione dei sali, progresso legato alla possibilità di produrre specifici polimorfi dei sali cristallizzati variando opportunamente le condizioni operative dei cristallizzatori a membrana[16,17,18,19,20]. Per ogni definita temperatura e forza ionica delle soluzioni trattate sono state prodotte forme polimorfe diverse variando i flussi tangenziali e quelli assiali che lambiscono la membrana. Ciò ha permesso di produrre solfato di magnesio nella forma epsomite (Fig. 12) [9, 20] di particolare interesse, come anche solfato di sodio nella forma thenardite anch'esso di particolare interesse[19].

L'approccio sviluppato in MEDINA[5] (Fig. 9) si è basa-

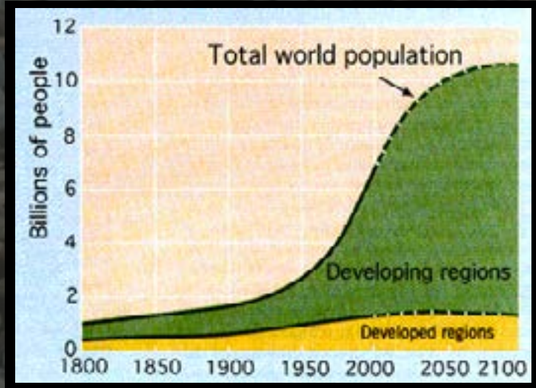


FIG. 2: Andamento aumento popolazione. (Fonte: The sustainable scale project. http://www.sustainablescale.org/areasofconcern/population/populationandscale/quickfacts.aspx)

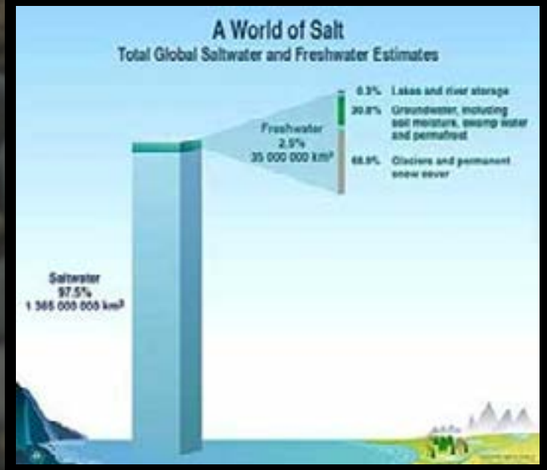


FIG. 3: I numeri dell'acqua nel mondo (Fonte: - http://www.greencrossitalia.it/ita/acqua/risorse_acqua/acqua_003.htm)

E. Drioli*, F. Macedonio**

e.drioli@unical.it

francesca.macedonio@unical.it

*-** Institute on membrane Technology, National Research Council of Italy, ITM-CNR, c/o University of Calabria, via P. Bucci cubo 17/C, Rende (CS) Italy

*-** Department of Environmental and Chemical Engineering, University of Calabria, via P. Bucci, Rende (CS)

*WCU Energy Department, Hanyang University, Seoul 133-791 S. Korea

*Center of Excellence in Desalination Technology, King Abdulaziz University, Saudi Arabia

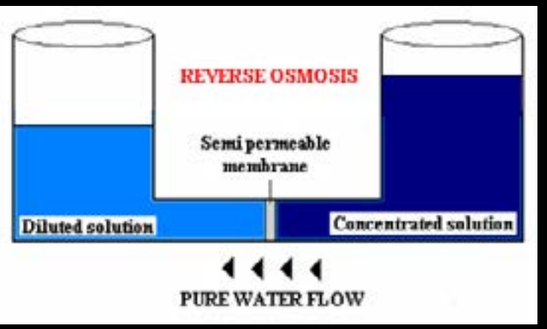


FIG. 4: Fenomeno dell'osmosi inversa

FIG. 5: MegaMagnum® , il più grande modulo a osmosi inversa (45.72 cm x 154.9 cm) prodotto dalla Koch Membrane Systems, Inc

trata (per esempio acqua di mare) e una soluzione diluita (per esempio acqua dolce) fluiscono attraverso una serie di membrane alternate a scambio cationico e anionico poste tra un catodo e un anodo. La differenza di potenziale chimico tra le soluzioni attiva un trasporto di ioni tra le membrane e può essere usato per generare potenza elettrica quando un carico viene connesso al circuito. Benché le potenzialità di PRO e RED siano state riconosciute già da diversi anni, tali processi stanno conoscendo una rinascita solo recentemente grazie alla riduzione dei costi delle membrane, all'aumento del prezzo dei combustibili fossili e alla possibilità di ri-disegnare gli impianti di dissalazione per la produzione contemporanea di acqua ed energia tramite l'integrazione della RO (come tecnologia di dissalazione) e RED/PRO (per la produzione di energia).

to, tra l'altro, proprio sull'integrazione di MD e MCr negli stadi di post-trattamento all'operazione di RO per l'aumento della quantità e qualità dell'acqua dissalata totalmente prodotta dall'impianto di dissalazione, per il recupero dei minerali contenuti nelle correnti di concentrato e per la minimizzazione della quantità di retentato scaricata nell'ambiente. Nel progetto SeaHero è gia prevista la produzione di energia da soluzioni saline concentrate dei processi di dissalazione tramite il cosiddetto *salinity gradient power* (SGP)[15]. Il SGP si basa sulla differenza di potenziale chimico tra soluzioni saline concentrate e diluite. La conversione dell'energia osmotica delle soluzioni saline in energia elettrica o meccanica può essere realizzata tramite processi a membrana quali la *pressure retarded osmosis* (PRO) e la *reverse electro-dialysis* (RED). L'energia prodotta dalla miscelazione di acque a diversa concentrazione salina è quella che viene indicata come *blue energy*[22].

FIG. 6: (a) Impianto di dissalazione e (b) moduli di osmosi inversa nell'impianto di dissalazione a Sorek (Israele)

Nella PRO una membrana semipermeabile separa due soluzioni a diversa salinità (per esempio acqua dolce e acqua di mare). Se alla soluzione concentrata viene applicata una pressione idrostatica, il trasporto dell'acqua attraverso le membrane semipermeabili viene parzialmente ritardato e pressurizzato. Tale acqua pressurizzata può essere utilizzata per generare potenza elettrica in una turbina. Nella RED, invece, una soluzione concentrata (per esempio acqua di mare) e una soluzione diluita (per esempio acqua dolce) fluiscono attraverso una serie di membrane alternate a scambio cationico e anionico poste tra un catodo e un anodo. La differenza di potenziale chimico tra le soluzioni attiva un trasporto di ioni tra le membrane e può essere usato per generare potenza elettrica quando un carico viene connesso al circuito. Benché le potenzialità di PRO e RED siano state riconosciute già da diversi anni, tali processi stanno conoscendo una rinascita solo recentemente grazie alla riduzione dei costi delle membrane, all'aumento del prezzo dei combustibili fossili e alla possibilità di ri-disegnare gli impianti di dissalazione per la produzione contemporanea di acqua ed energia tramite l'integrazione della RO (come tecnologia di dissalazione) e RED/PRO (per la produzione di energia).

FIG. 8: Schema distillazione a membrana

La figura 10 mostra lo schema di un possibile sistema integrato a membrana di un processo di dissalazione di nuova generazione che consenta la produzione simultanea di acqua dolce, minerali ed energia.

FIG. 7: Moduli di osmosi inversa nell'impianto di dissalazione di Magtaa, nel Wahran (Algeria)

Ricercatori dell'UNICAL e dell'ITM-CNR stanno ormai da anni studiando e sviluppando membrane e processi a membrana anche integrati tra di loro per l'ottimizzazione dei processi di trattamento acque; ricerche riconosciute a livello internazionale e, tramite progetti oramai conclusi quali MEDINA, MEDIRAS, INNOWA (tutti finanziati dalla Comunità Europea), e che vengono ulteriormente sviluppate in progetti in corso quali NAWADES (*Nanotechnological Application in Water DESalination*) che ha come obiettivo lo sviluppo di sistemi a membrana caratterizzati da bassa tendenza allo sporcamento, e REAPower[23] (*Reverse Electrodialysis Alternative Power Production*) iniziato nel 2010 e in cui viene utilizzata la RED per la produzione di energia dai concentrati degli impianti di dissalazione.

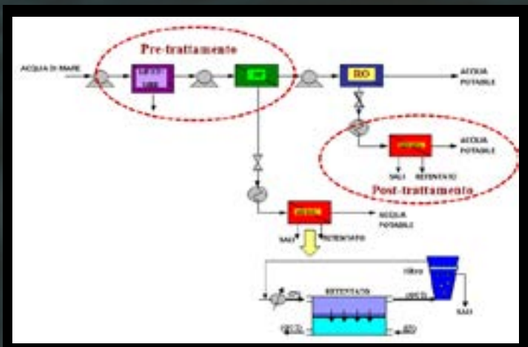


FIG. 9: Sistema integrato a membrana studiato nel progetto MEDINA

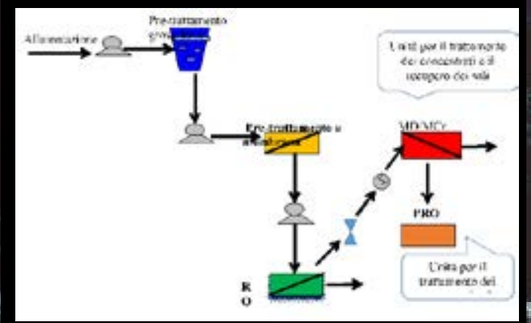


FIG. 10: Possibile schema di sistema integrato a membrana per la produzione simultanea di acqua dolce, minerali ed energia

All'ITM-CNR (in collaborazione con l'UNICAL) un'altra operazione a membrana, il così detto condensatore a membrana, è in corso di studio e sviluppo per il recupero dell'acqua non dal mare questa volta, ma dai fumi di scarico delle industrie[24,25,26]. Tale processo a membrana è stato introdotto per la prima volta proprio dal gruppo di lavoro dell'ITM-CNR e si basa sull'utilizzo di membrane idrofobe per il selettivo recupero dell'acqua dai gas industriali (Fig.11). L'impiego di questa nuova operazione a membrana permetterà non solo il recupero dell'acqua presente nei vapori e gas industriali, ma anche l'ottimizzazione delle fasi liquide condensate per quanto riguarda la concentrazione dei diversi contaminanti in genere presenti nelle correnti gassose.

In conclusione, solo lo sviluppo di nuovi processi, il ricorso a tecnologie più affidabili e la ri-progettazione dei cicli produttivi industriali consentiranno di ottimizzare ulteriormente i processi di trattamento dell'acqua e permetteranno di affrontare problemi seri e fortemente interconnessi quali carenza di acqua, consumo di energia e consumo di materie prime. La dissalazione delle acque del mare sarà pertanto parte di un sistema industriale i cui obiettivi primari si estenderanno sempre più alla produzione di energia dai gradienti salini (*blue energy*) e al recupero di materie prime strategiche presenti nel mare oltre che alla produzione di acqua potabile. Quelli che sono oggi i maggiori problemi nei processi di dissalazione, il consumo energetico e lo smaltimento dei concentrati degli stadi di nano filtrazione e osmosi inversa potrebbero scomparire nel prossimo futuro, trasformando i processi di dissalazione in sistemi per la produzione di energia, per il recupero di vari minerali presenti nelle acque marine e anche, infine, per la produzine di acqua dissalata (Fig. 13 e 14).

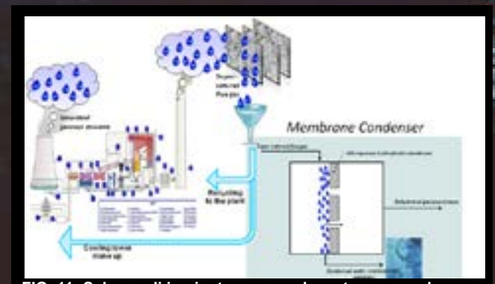


FIG. 11: Schema di impianto con condensatore a membrana per il recupero dell'acqua dai gas di scarico industriali

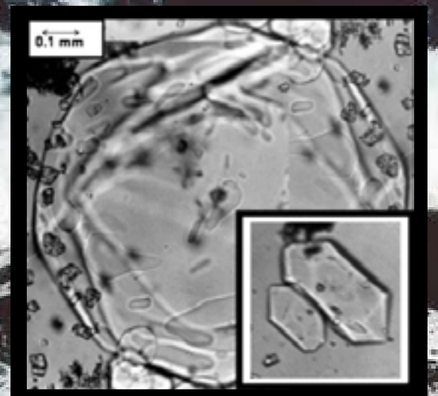


FIG. 12: Abito cristallino di MgSO4*7H2O (epsomite). Ingrandimento ×20. (Drioli, E., Curcio, E., Criscuoli, A., Di Profio, G., Integrated system for recovery of CaCO3, NaCl and MgSO4·7H2O from nanofiltration retentate, Journal of Membrane Science 239 (2004), 27-38)

FIG. 13: Strategia degli impianti di dissalazione di futura generazione

Ione	Concentrazione nell'acqua di mare[ton/giorno]	Concentrazione nei concentrati degli impianti di dissalazione [ton/giorno]	
Cl	1.332.045	1.234.555	maggiore della domanda annuale mondiale
Na	766.129	669.862	
SO4	189.290	168.350	
Mg	94.847	*94.175*	
Ca	28.642	558	27% della domanda annuale mondiale
HCO3	9995	9006	
K	28.640	244	
CO3	245	1839	
Br	4957	4834	
Li	11,9	*11,9*	
U	0,251	0,239	

FIG. 14: Quantità di minerali ricavabili dagli attuali impianti di dissalazione

NOTE BIBLIOGRAFICHE

1 - Cost of water shortage civil unrest, mass migration and economic collapse Special reports Guardian Unlimited.htm

2 - IDA Desalination Yearbook 2011-2012. United Kingdom. ISBN: 978-l-907467-19-6 . Feedwater trends (page 4-5).

3- Magtaa Reverse Osmosis (RO) Desalination Plant, Oran, Algeria (http://www.water-technology.net/projects/magtaa-desalination/).

4- Kurihara, M., & Hanakawa, M. (2013). Mega-ton Water System: Japanese national research and development project on seawater desalination and wastewater reclamation. Desalination, 308, 131-137.

5 - Membrane-based Desalination: An Integrated Approach. Edited by Enrico Drioli, Alessandra Criscuoli, Francesca Macedonio. IWA Publishig. 2011. ISBN: 9781843393214.

6 - E. Drioli, L. Giorno, Comprehensive membrane science and engineering, Amsterdam; London: Elsevier Science, 2010, ISBN: 978-0444532046.

7 - E. Drioli, A. Criscuoli, E. Curcio, Membrane Contactors: Fundamentals, Applications And Potentialities, 11, Amsterdam ; Boston : Elsevier, 2005.

8 - Curcio, E., Drioli, E., Membrane Distillation and related operations. A review, Separation and Purification Reviews, 34: 35 – 86, 2005, 1542-2119.

9 - Drioli, E., Curcio, E., Di Profio, G., Macedonio, F., Criscuoli, A., Integrating membrane contactors technology and pressure-driven membrane opera 1 tions for seawater desalination energy, exergy and costs analysis, Chemical Engineering Research and Design, 84(A3): 209–220, 2006.

10 - Macedonio, F., Curcio, E., Drioli, E., Integrated membrane systems for seawater desalination: energetic and exergetic analysis, economic evaluation, experimental study, Desalination 203 (2007) 260-276.

11 - Macedonio, F., Drioli, E., Gusev, A.A., Bardow, A., Semiat, R., Kurihara, M., Efficient technologies for worldwide clean water supply, 2012, Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, 51, 2–17.

12 - E. Drioli and F. Macedonio, Membrane Engineering for Water Engineering, Industrial & Engineering Chemistry Research. Ind. Eng. Chem. Res., 2012, 51 (30), pp 10051–10056.

13 - Curcio, E., Criscuoli, A., Drioli, E., Membrane Crystallizers, Ind. Eng. Chem. Res. 2001, 40, 2679-2684.

14 - Drioli, E., Di Profio, G., Curcio, E., Progresses in membrane crystallization, Current Opinion in Chemical Engineering 2012, 1:1–5.

15 - Drioli, E., Fontananova, E., Membrane Materials for addressing Energy and environmental challanges Annu. Rev. Chem. Biomol. Eng. 2012. 35:395–420.

16 - Di Profio, G., Tucci, S., Curcio, E., Drioli , E., Selective Glycine Polymorph Crystallization by Using Microporous Membranes, Crystal Growth & Desi gn (2007) 7(3), 526 – 530

17 - Di Profio, G., Tucci, S., Curcio, E., Drioli, E., Controlling polymorphism with membrane-based crystallizers: application to form I and II of paraceta mol; Chemistry of materials. 2007. 19(9), 2386-2388

18 - Curcio, E., Di Profio, G., Drioli, E., Probabilistic aspects of polymorph selection by heterogeneous nucleation on microporous hydrophobic membra ne surfaces, Journal of Crystal Growth, 2008, 310/24(5364-5369)

19 - Curcio, E.; Ji, X.; Quazi, A. M.; Barghi, S.; Di Profio, G.; Fontananova, E.; Macleod, T.; Drioli, E, Hybrid Nanofiltration-Membrane Crystallization sy stem for the treatment of sulfate wastes, Journal of Membrane Science, 2010, 360, 493-498

20 - F. Macedonio, C.A. Quist-Jensen, O. Al-Harbi, H. Alromaih, S.A. Al-Jlil, F.Al Shabouna, E.Drioli, Thermodynamic modeling of brine and its use in membrane crystallizer, Desalination, 323 (2013) 83-92

21 - Drioli, E., Curcio, E., Criscuoli, A., Di Profio, G., Integrated system for recovery of CaCO3, NaCl and MgSO4·7H2O from nanofiltration retentate, Jour nal of Membrane Science 239 (2004), 27-38

22 - Chou, S., Wang, R., Shi, L., She, Q., Tang, C., & Fane, A. G. (2012). Thin-film composite hollow fiber membranes for pressure retarded osmosis (PRO) process with high power density. Journal of Membrane Science, 389, 25-33.

23 - http://www.reapower.eu/

24 - F. Macedonio, A. Brunetti, G. Barbieri, E. Drioli, Membrane Condenser as a new technology for water recovery from humidified “waste” gaseous streams. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2013, 52, 1160−1167.

25 - Brunetti A., Santoro S., Macedonio F., Figoli A., Drioli E., Barbieri G., Waste gaseous streams: from environmental issue to source of water by using membrane condensers, Clean – Soil, Air, Water 2013, 41 (9999), 1–9.

26 - Drioli, E., Santoro, S., Simone, S., Barbieri, G., Brunetti, A., Macedonio, F., Figoli, A., ECTFE Membrane Preparation for recovery of humidified gas streams using membrane condenser, Reactive and Functional Polymers, 79, 1-7, 2014.

pubblicita

Una soluzione idraulica che potrebbe risolvere i gravi problemi di inondazione da cui è frequentemente interessata la città sarda

IL CANALONE DI OLBIA

Un'opera di protezione che ha dato positivi risultati a Bari e Manfredonia

Alessandro Guerricchio
Emerito di Geologia Applicata
Dipartimento di Ingegneria Civile Unical

A causa del continuo incremento dell'energia (energizzazione) nell'atmosfera, assistiamo nel mondo, e in particolare in Italia, ad un ricorrente aumento di inondazioni che molto spesso insistono in aree già colpite, in tempi recenti o recentissimi. E' il caso della città di Olbia (Sardegna) che, ancora sotto choc e in fase di lentissima (o quasi nulla) ricostruzione a seguito dei drammatici e luttuosi effetti dell'alluvione del 2013, si è trovata recentemente a dover affrontare un nuovo, doloroso evento, quasi analogo a quello già sofferto due anni fa.

Poiché il fenomeno degli alluvionamenti in generale appare in costante aumento, oltre che per i cambiamenti climatici in atto, anche per errate e spesso irreversibili ubicazioni dei nuovi centri urbani o delle loro zone di espansione (com' è, ad esempio, il caso di una parte significativa dell'abitato di Olbia, ove anche di recente sono state condonate molte costruzioni abusive edificate sul greto dei canali fluviali a rischio conclamato), la legislazione europea, attraverso la direttiva sulle alluvioni 2007/60/CE, ha introdotto nuove politiche per la protezione del territorio.

Senza addentrarci nelle prescrizioni che tale direttiva impone agli Stati membri, che sarebbe lungo elencare, ma prendendo a modello le esperienze e le realizzazioni in campo idraulico eseguite in altre importanti realtà urbane del nostro paese, quali ad esempio le città di Bari e di Manfredonia in Puglia (com'è noto ambedue centri abitati costieri ove convergono i torrenti provenienti dall' hinterland), è possibile individuare alcune misure per risolvere in maniera definitiva il "problema Olbia" e semmai quelli analoghi di altri siti costieri italiani, ove confluiscono le aste terminali dei reticoli idrografici, che "scaricano" in tempi brevi masse d'acqua provenienti anche da molte decine di km dall'entroterra.

E' per l'appunto quanto è avvenuto nello scorso secolo prima a Bari (novembre 1926) e poi a Manfredonia (luglio 1972), ove, a seguito di drammatiche alluvioni, vennero costruite in ambedue le città, importanti opere di protezione idraulica dalle future inondazioni (note come "canaloni") come hanno ben dimostrato in seguito ad eventi meteorologici estremi, succedutisi fino ai nostri giorni (Figg. 1, 2, 3, 4, 5 e 6). Il "canalone" di Bari ha, per esempio, salvato la città nell' ultimo, significativo episodio alluvionale dell'ottobre 2005.

Analoghe soluzioni furono adottate a Manfredonia dopo la catastrofica alluvione del luglio 1972, ricadendo la città ai piedi del ripido versante meridionale del Gargano (Figg. 7, 8, 9, 10 e 11). Si tratta in sostanza della costruzione di ampi e profondi canali (Figg. 1, 5, 6, 7, 8 e 9), opportunamente dimensionati sotto l'aspetto idraulico, che "cinturando" a monte le due città, intercettano tutti i corsi d'acqua prima che questi

Fig. 1. La città di Bari con indicazione di una parte significativa del "canalone", realizzato negli anni 1926-1930

Fig. 2. Un tratto del canalone di Bari a monte dei rioni più recenti, del Policlinico, di ospedali, ecc.

Fig. 3. Particolare di un tratto del canalone di Bari (indicato con frecce) a protezione idraulica di una vasta zona di recente urbanizzazione attraversata dalla tangenziale

Fig. 4. Un tratto del canalone di Bari (indicato con frecce) a protezione idraulica di una vasta zona di recente urbanizzazione attraversata dalla tangenziale

Fig. 6. Sbocco del "canalone" di Bari in località Fesca

Fig. 5. Un tratto dell'ampio e profondo canalone di Bari scavato nei calcari

Fig. 7. Città di Manfredonia con l'indicazione schematica di tratti di "canalone" (frecce) realizzati dopo l'alluvione del luglio del 1972

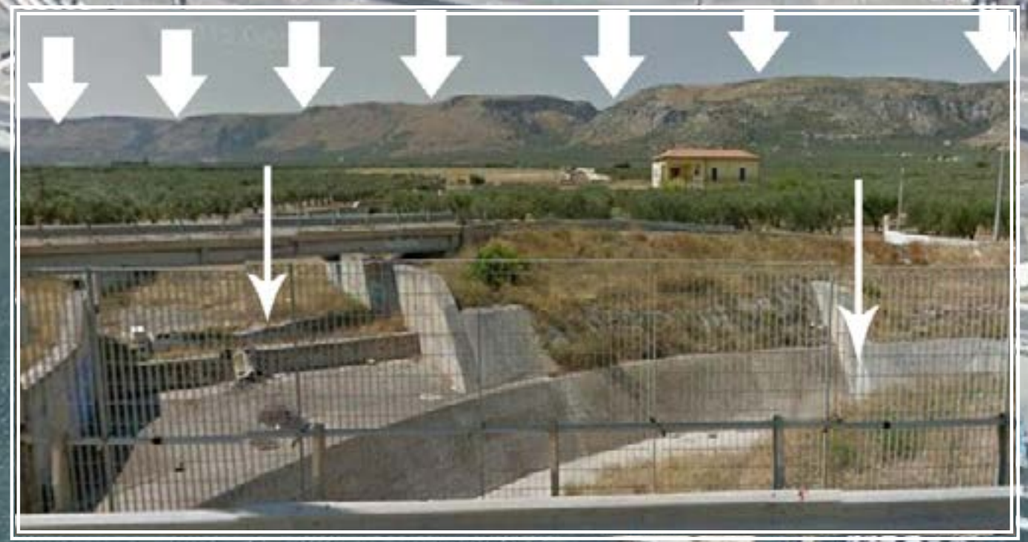


Fig. 8. Città di Manfredonia con l'indicazione di un primo tratto di "canalone", rivestito in csl (frecce lunghe). Sullo sfondo il versante meridionale del Gargano attraversato da numerosi fossi (canyons), (frecce corte) che, in occasione di eventi alluvionali significativi, trasportano acque e detriti nella piana sottostante, intercettati, dopo l'alluvione del 1972, dal "canalone" prima di poter raggiungere la città

Fig. 9. Città di Manfredonia con l'indicazione di un tratto di canalone in parte tombato (frecce)

Fig. 10. Altro segmento del "canalone" di Manfredonia che, pur con qualche ostacolo trasversale, ha protetto adeguatamente la città negli ultimi tempi

Fig. 11. Tratto finale e sbocco in mare del canalone di Manfredonia, totalmente tombato (frecce)

possano giungere sulla costa attraversando i vari rioni urbani, scaricando quindi le acque nel mare in uno o due punti distanti dall'abitato (Figg. 1, 4, 5, 6, 7 e 11). A causa del continuo incremento dell'energia (energizzazione) nell'atmosfera, assistiamo nel mondo, e in particolare in Italia, ad un ricorrente aumento di inondazioni che molto spesso insistono in aree già colpite, in tempi recenti o recentissimi. E' il caso della città di Olbia (Sardegna) che, ancora sotto choc e in fase di lentissima (o quasi nulla) ricostruzione a seguito dei drammatici e luttuosi effetti dell'alluvione del 2013, si è trovata recentemente a dover affrontare un nuovo, doloroso evento, quasi analogo a quello già sofferto due anni fa.

Analoga soluzione, auspicabile per l'abitato di Olbia, indico schematicamente nelle immagini annesse, ove le foci di un possibile "canalone" sono in questo caso due: una a nord l'altra a sud dell'omonimo golfo (Figg. 12 e 13). Anche per questo territorio, ovviamente, sarà valutata la possibilità di sfruttare parti del reticolo fluviale esistente, come ad esempio l'asta terminale del fiume Padrogianus, defluente poco a sud dell'aeroporto di Olbia, sgravando così dalle notevoli portate idriche l'ormai tristemente famoso Rio Siligheddu (Figg. 12 , 13, 14, 15 e 16). Quest'ultimo, come altri canali dell'abitato, è attraversato da ponti, che talora rappresentano un ostacolo al normale deflusso delle acque, anche per l'aspetto spesso carente della manutenzione negli alvei.

Fig. 12. Possibile tracciato di un "canalone" ad Olbia, i cui sbocchi sono a nord e a sud della città

Fig. 13. Possibile tracciato di un "canalone" ad Olbia, i cui sbocchi sono a nord e a sud della città. Quello a sud potrebbe sfruttare l'asta terminale del fiume Padrogianus

Fig. 14. Veduta dell'asta terminale del F. Padrogianus e della sua foce

Fig. 15. Veduta del tratto terminale dell'asta del Fiume Padrogianus

Fig. 16. Il Fiume Padrogianus (freccia), a sud delle piste aeroportuali di Olbia, potrebbe rappresentare, a valle del ponte osservabile dall'immagine, il tratto terminale del "canalone" di Olbia

pubblicita

Sinergie e approcci interdisciplinari per raggiungere la dimensione di una conoscenza diffusa senza barriere e diaframmi ideologici

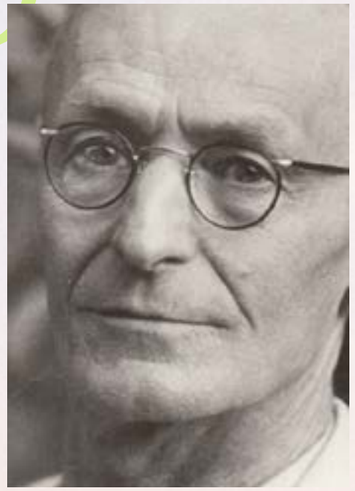
Oltre il muro delle specificità scientifiche e culturali

Matteo Olivieri docente a contratto di Economia e gestione delle imprese all'Università della Calabria.

Adjunct professor in Strategy and Leadership presso la Masaryk University (Brno, Repubblica Ceca).

molivieri@unical.it

Nel romanzo "Il gioco delle perle di vetro", Hermann Hesse descrive una comunità utopica, animata da umanisti, intellettuali e artisti, isolata dal mondo esterno, tutta dedita alla ricerca e preservazione della conoscenza intellettuale fine a se stessa. Il protagonista del romanzo, dopo essersi fatto apprezzare fin da giovanissimo per le non comuni doti intellettuali in ogni campo dello scibile umano, tanto da meritarsi il titolo di *Magister Ludi*, alla fine sente forte il richiamo della vita e, nonostante questa si mostri volgare e corrotta, abbandona la comunità intuendo la possibilità di vivere sulla propria pelle quella realtà di cui finora si è solo limitato a parlare. La prospettiva di coltivare la conoscenza, come modo per elevare il proprio spirito e vivere da saggi, sembra non aiutare, semmai annoiare, il protagonista del romanzo. Il *Magister Ludi* non manca di intuire le connessioni tra le discipline più svariate, come la musica, la logica e la matematica, né gli mancano argomenti validi per sostenere le proprie tesi in pubblico; eppure avverte che la conoscenza di cui è portatore non lo rende protagonista della sua vita, bensì semplice spettatore. Il messaggio che Hermann Hesse intende comunicare è che la formazione umanistica, ridotta a mero circolo elitario, non consente di comprendere appieno la realtà né di definire compiutamente l'identità delle persone e – alla fine – è causa della sua stessa obsolescenza. C'è bisogno d'altro per accedere al reale, occorre piuttosto superare le abilità personali, andare oltre la *technè* acquisita, e cimentarsi su campi sconosciuti dell'esperienza personale. Ma è proprio su questo versante, che gli esseri umani inciampano. Infatti, nel continuo confronto con la realtà, la tendenza naturale degli individui è quella di approcciare i fenomeni con le categorie logiche già apprese, e di spiegare il "nuovo" con il "già conosciuto", cioè di ritenere che si possa comprendere il mondo a partire dal proprio punto di vista privilegiato, dimenticando invece che è il mondo – per definizione – che comprende noi. Così, se il mondo non risponde alle attese degli individui, questi si scoprono impreparati e – prima ancora di averli esaminati – finiscono per manipolare i fenomeni attraverso categorie logiche di comodo, finché l'essere delle cose smette di rivelarsi del tutto e l'individuo rimane rinchiuso in categorie mentali lontane dal naturale fluire della vita.



Hermann Hesse

In questo senso, la cultura umanistica e quella tecnico-scientifica, mostrano una comunanza di fondo al di là di ogni differenza, poiché entrambe corrono il rischio di chiudersi – paradossalmente – nel proprio mondo: si esegue un lavoro, si approfondisce la propria erudizione, ma allo stesso tempo si rimane nel proprio ambito, rifuggendo il dialogo che arricchisce, tanto che le persone diventano improvvisamente inadatte a lavorare insieme; e quindi non più in grado di raggiungere un qualsiasi risultato. Così facendo, le conoscenze acquisite diventano sterili perché non sono più in grado di generarne nuove e originali. Addirittura, la condizione iniziale, da cui si è partiti non consente di rendersi conto se qualcosa di nuovo si sta già manifestando, tanto è avvitata su se stessa e condizionata dal perseguimento dei propri fini. Conoscenza astratta, quindi, che ha perso ogni vitalità, e di cui ormai sfugge persino il significato, perché le parole usate sono scollegate dall'esperienza che le ha originate, causando così un senso profondo di estraneità alla realtà. Il riduzionismo con cui il pensiero moderno approccia i fenomeni e guarda al mondo, determina automaticamente sia il modo con cui percepiamo sia ciò che invece rimane fatalmente escluso dal campo delle possibilità.

Ma la mente dell'uomo è più vasta e complessa del mondo immaginato dalle comunità chiuse di eletti. La prima causa dello straniamento risiede dunque nel processo di isolamento, e si verifica quando l'individuo dimentica la stretta interconnessione tra l'Io e il Mondo, cioè tra l'esperienza che vive ed il significato esistenziale della stessa. Come uscire da questa situazione? Il suggerimento più ovvio è di non escludere il mondo, di non ignorare nulla: tutte le stratificazioni sociali, culturali, storiche, artistiche, religiose, spirituali, ambientali possono e devono diventare il materiale cui attingere perché l'essere continui a comunicare e a rivelarsi in modi e forme nuovi, evitando così di cadere nell'abitudine, nel già visto, nella forma già nota, nel gesto ripetuto, nel fine già deciso, nella materia ridotta a puro mezzo inerte. In altre parole, l'unica possibilità concreta a disposizione dell'uomo moderno per sfuggire al nichilismo del mondo che egli stesso ha creato, è comprendere di esser parte di un sistema: cioè essere membro di un corpo che pensa e agisce all'unisono. In questo "corpo" non esistono parti privilegiate rispetto ad altre, ma ognuna contribuisce al risultato complessivo con le proprie specificità. Da queste relazioni si sviluppa nuova conoscenza, che – per definizione – appartiene a tutti. Per comprendere questo aspetto, forse è utile ricorrere alla metafora del "mosaico", dove ogni tessera aggiunge un pezzetto di informazione nuova, che contribuisce alla intelligibilità del tutto. E dallo sviluppo di queste relazioni si origina pure la possibilità che accada qualcosa di nuovo, di inatteso dalle nostre menti.

Si tratta di una acquisizione teorica molto importante, rispetto alla quale tutte le discipline scientifiche del ventesimo secolo si sono interrogate, giungendo a

risultati equiparabili. Come non ricordare, per esempio, il superamento del dualismo cartesiano tra *res cogitans* e *res exstensa*, che finiva per sottomettere il corpo alla mente? O il cosiddetto "paradosso di Russell" con cui si pose fine al progetto del matematico Gottlob Frege di elaborare un linguaggio formale universale per trattare in maniera precisa e completa qualsiasi proposizione? Oppure i teoremi logici di Kurt Goedel, con cui si dimostrò l'esistenza di proposizioni vere, ma non dimostrabili a partire dai soli assiomi di partenza? Tutti gli indizi convergono in direzione dell'esistenza di una stretta connessione tra l'Io ed il Mondo, in cui la materia mostra livelli di complessità crescenti e proprietà "emergenti", rinvenibili nel "tutto" ma non nelle singole "parti". Tema affascinante e ancora tutt'altro che esplorato, se si considera che già Platone dedicava ad esso ben tre dialoghi, peraltro, senza arrivare a risposte univoche.

Ieri come oggi, la complessità di cui si parla è alla base del concetto di "sinergia", secondo cui il totale è maggiore della somma delle singole parti. Si tratta di un paradigma di cui è possibile fare esperienza a determinate condizioni, oggetto di studio del "management scientifico", termine coniato un secolo fa da Frederick Winslow Taylor. In un passo del suo famoso libro "Principi di Management Scientifico", così si espresse l'autore: "*In futuro ci si accorgerà che i nostri dirigenti debbono avere non solo doti innate, ma anche una buona preparazione, e che nessun uomo di grandi capacità, il quale lavori secondo il vecchio sistema di organizzazione personale, può sperare di competere con un certo numero di persone di normale levatura che siano state organizzate in modo da poter cooperare efficientemente. In passato l'elemento più importante era l'uomo; nel futuro sarà il sistema. Ciò, tuttavia, non implica affatto che si possa fare a meno di uomini di grandi capacità. Al contrario, il primo obiettivo di ogni sistema efficiente deve essere la preparazione di uomini di primordine; e nell'ambito di un'organizzazione sistematica l'uomo migliore riesce ad emergere in modo più rapido e sicuro.*"

Frederick Winslow Taylor

In pratica, inserito all'interno di un sistema in cui le risorse sono organizzate in modo razionale, l'individuo è stimolato ad emergere con tutte le sue peculiarità, e a raggiungere livelli di produttività altrimenti inconcepibili. Perché ciò accada, è necessario lo studio e l'osservazione sistematica delle capacità degli individui, in modo tale che intorno ad esse si possa costruire un'organizzazione razionale che assegni incarichi e responsabilità coerenti con queste. Nessuna organizzazione infatti, potrà mai sostenere risultati continuativi in presenza di persone pigre o inadatte ai compiti assegnati, cosa che purtroppo è esperienza comune osservare. Come ampiamente dimostrato da numerosissimi studi seguiti all'opera di Taylor, un singolo individuo, dotato di capacità straordinarie, non è assolutamente in grado di competere con un gruppo di persone di media levatura, ma addestrate a lavorare insieme.

Il management come disciplina scientifica, concentra l'attenzione sul fatto che le organizzazioni sono in grado di ottenere risultati molto più efficaci degli sforzi messi in campo dai singoli individui, grazie all'instaurarsi di relazioni reciproche che consentono alle singole parti di stare unite e fondere i propri orizzonti a distanza, pur nelle rispettive differenze qualitative (un po' come avviene nel fenomeno dell'*entanglement* della fisica quantistica). Per loro stessa natura i moderni studi di management si avvalgono di un approccio interdisciplinare, e soprattutto traggono beneficio da discipline quali la psicologia, la pedagogia, la storia e la filosofia, ma anche la linguistica, l'antropologia, l'intelligenza artificiale e la neurologia. Infatti, porre la domanda: "Come si manifesta la sinergia?" equivale a chiedere: "Quali sono le condizioni che consentono di realizzare una *performance*?"; il che rimanda ancora una volta a precise assunzioni antropologiche e ad un giudizio sulla razionalità delle azioni umane. Per esempio, ammettere la possibilità che il tutto sia maggiore della somma delle singole parti, equivale a dire che esiste qualcosa d'altro, di reale, al di fuori della nostra mente (un punto che non tutte le scuole filosofiche sono disposte a sottoscrivere!), cioè che la realtà si manifesta anche sotto forma di concetti che esistono fuori di noi, ma non indipendentemente da noi, ed i cui risultati sono ottenuti dal concorso di tutte le parti coinvolte. E se ciò non si verifica, è probabilmente dovuto al fatto che qualcosa impedisce il raggiungimento di un rendimento superiore: gli ostacoli, che riflettono un livello imperfetto di organizzazione razionale delle risorse. In ogni caso, i problemi "locali" sono sempre parte di un problema più generale, sistemico, che si definisce *produttività*.

Esiste dunque una simbiosi tra l'Io ed il Mondo e, all'interno di un'organizzazione sistematica, l'individuo riesce ad emergere in modo più rapido e sicuro. Ammettere ciò, pone in primo piano l'esistenza di una relazione di tipo evolutivo tra materia e funzioni psichiche superiori dell'uomo. Come conseguenza di ciò, per esempio, alcune aree del cervello si attivano solo in presenza di un senso di benessere e di sicurezza interiore, così come le moderne scoperte neurologiche sembrano peraltro confermare (cfr. *neuroni specchio*). Da qui la possibilità di "organizzare" le condizioni ambientali ottimali per cui si può sperare che l'individuo, inserito in un'organizzazione efficace, possa essere in grado di esprimere al meglio le proprie caratteristiche, a beneficio proprio e del gruppo. Per esempio:

- attraverso lo sviluppo di "habitat cognitivi", cioè di contesti caratterizzati da forte socialità e libertà d'espressione, volti a favorire un clima di apprendimento e di fiducia reciproca attraverso l'implementazione di processi collaborativi, e non competitivi;
- attraverso l'ipotesi di "apprendimento sociale": l'essere umano migliora le proprie conoscenze non solo a livello dialettico (attraverso l'uso del cervello) o affettivo (attraverso il cuore), ma anche a livello empatico – cioè la capacità di comprendere lo stato d'animo altrui – in quanto essere sociale (attraverso la corporeità). Il riconoscimento congiunto di queste diverse modalità di apprendimento amplia e arricchisce le capacità cognitive ed espressive dell'essere umano, e rivela l'esistenza di proprietà emergenti non rinvenibili nelle parti singolarmente prese;
- attraverso il superamento della pretesa di una logica puramente formale, fatta cioè di segni e simboli interpretabili in maniera chiara edunivoca, svuotata di contenuti e astratta, che rivela una precisa visione antropologica, aliena ai particolari e alle circostanze, e disinteressata alle condizioni presenti localmente.

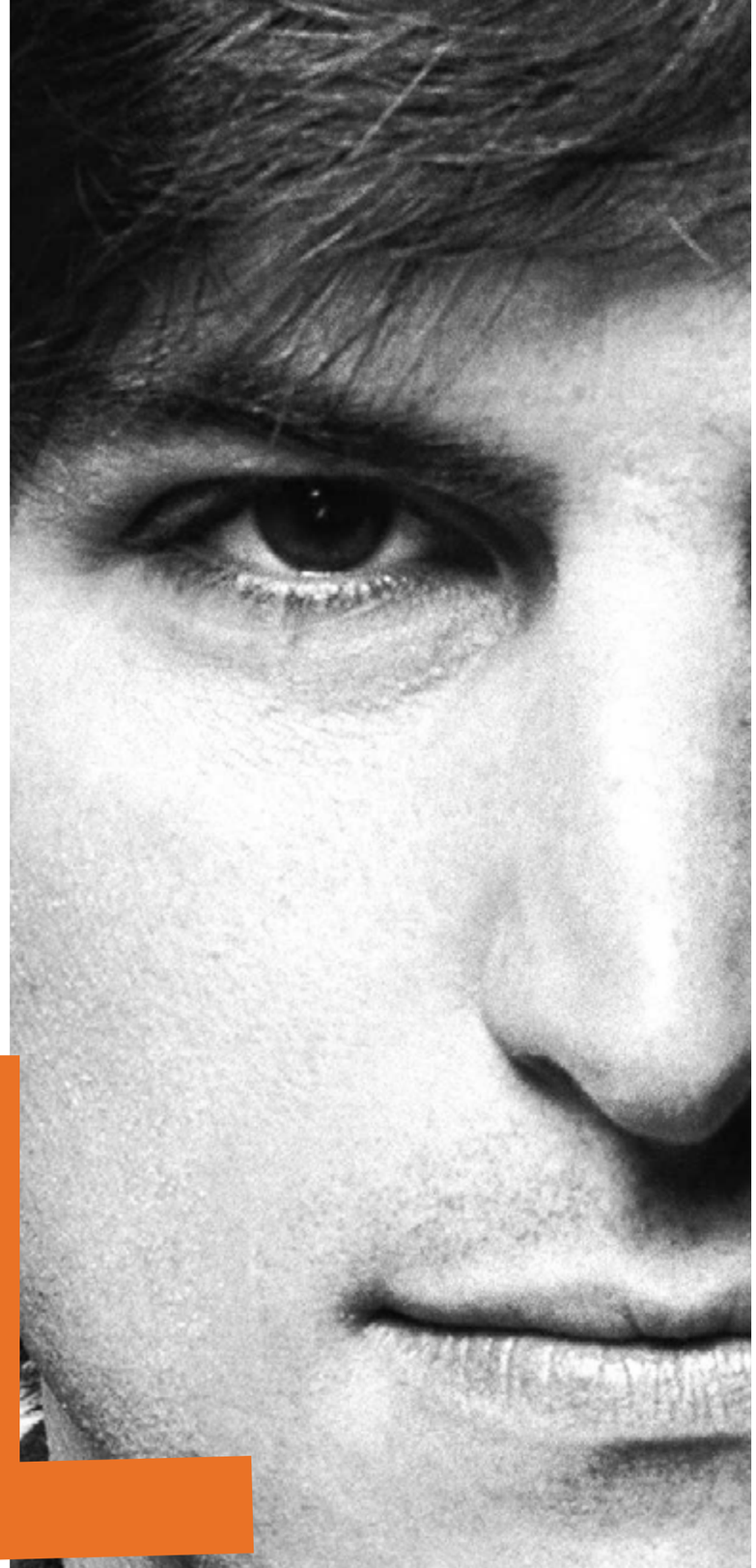
In questo senso, il paradigma "emergentista" si oppone decisamente a quello "materialista", tipico del marxismo-leninismo, secondo cui la realtà è materia, e quindi ciò che risiede nella mente è frutto di sensazioni prodotte dall'ambiente esterno sugli organi di senso, e nulla esiste al di fuori della mente, pena l'accusa di idealismo. Tuttavia, le leggi emergenti (per esempio il principio di organizzazione e di coordinamento della materia) sono altrettanto reali, e sperimentabili, ma per il paradigma materialistico non è così. In ciò, si può ravvisare una contraddizione logica che mina alla base la visione materialista del mondo.

Il paradigma "emergentista" si oppone pure a forme di "darwinismo sociale", poiché – all'interno di una relazione simbiotica – non è l'individuo più forte a sopravvivere, e neppure chi si adatta meglio alla disponibilità delle risorse presenti nell'ambiente circostante, ma quello che riesce a collaborare meglio con i propri simili, generando forme e significati nuovi in grado di restituire sempre e nuovamente gli echi della freschezza di un'esperienza originaria. Quando questa capacità si attualizza diventa cultura, cioè parte del DNA di un'organizzazione.

Si sa che molte delle aziende più innovative sono riuscite ad affermarsi non tanto per la disponibilità di maggiori risorse, quanto piuttosto grazie ad un cambiamento

di paradigma operativo, che ha consentito impostazioni diverse rispetto al passato. In molti casi, è bastato semplicemente rivedere le ipotesi di partenza per raggiungere risultati differenti; altre volte, invece, è stato sufficiente incoraggiare la comunicazione informale negli ambienti lavorativi per registrare la crescita spontanea di maggiori livelli di produttività. In questo modo, la gestione delle organizzazioni diventa una sorta di *Gesamtkunstwerk*, cioè un'opera d'arte a tutto tondo, che coinvolge in un approccio interdisciplinare, competenze e settori apparentemente inconciliabili tra loro, con benefici effetti in termini di maggiore adattabilità agli eventi e costi minori. Come tale, il management scientifico non riguarda solo le aziende - esattamente come la medicina non riguarda solo la chirurgia – bensì qualsiasi organizzazione interessata a tenere in equilibrio il rapporto tra le parti ed il tutto, o a raggiungere un risultato garantendo l'unità nella diversità. Una volta Steve Jobs ebbe a dichiarare: "*Uno dei motivi che ha reso grande il Macintosh è il fatto che le persone che lavorassero su di esso erano musicisti, poeti, artisti, zoologi e storici, che è capitato fossero inoltre i migliori informatici del mondo. Noi tutti abbiamo contribuito a questo sforzo con un apporto di arti liberali che ci ha fatto tirare dentro questo campo il meglio di ciò che abbiamo visto in altre discipline. Non credo che si potesse ottenere lo stesso risultato con una prospettiva più ridotta*".

Sicuramente ancora molto resta da fare prima di arrivare ad una teoria unificata della conoscenza umana, ma i progressi fatti nel corso del ventesimo e del ventunesimo secolo sono carichi di elementi importanti e giustificano una visione positiva del futuro. Per la prima volta nella storia, ci troviamo come pionieri di fronte a sfide nuove e finora sconosciute, che ci lasciano speranzosi rispetto alla possibilità di dare una risposta definitiva al problema della natura e dell'unità del reale. In questa sfida, la teoria del management si candida ad essere il punto di sintesi tra le discipline tecniche e quelle umanistiche.



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Boncinelli E., *Come nascono le idee*. Editori Laterza, 2008

Devlin K. (1998), *Mathematics. The New Golden Age, trad. it "Dove va la matematica?"*. Bollati Boringhieri, 2013

Esposito R., *Le persone e le cose*. Einaudi Editore, 2014

Husserl E., *Fenomenologia e teoria della conoscenza*. Bompiani Editori, 2012

Husserl E., *La crisi delle scienze europee e la fenomenologia trascendentale*. Il Saggiatore, 2008

Isaacson *W., Steve Jobs,* trad.it, Mondadori, 2014

Taylor F. W. (1911), *Scientific Management, trad. it. L'organizzazione scientifica del lavoro*. Etas, 2004

Varzi A. C., *Ontologia*. Editori Laterza, 2005

pubblicita

PROTEGGIAMO I FARMACI DALLA LUCE!

Gaetano Ragno
Ordinario di Chimica farmaceutica
Dipartimento di Farmacia e Scienze della Salute
e della Nutrizione UNICAL
gaetano.ragno@unical.it

Michele De Luca
Professore a contratto di Chimica farmaceutica
Dipartimento di Farmacia e Scienze della Salute
e della Nutrizione UNICAL
michele.deluca@unical.it

Giuseppina Ioele
Ricercatore di Chimica farmaceutica
Dipartimento di Farmacia e Scienze della Salute
e della Nutrizione UNICAL
giuseppina.ioele@unical.it

Una breve storia sugli studi di stabilità dei farmaci alla luce

La capacità della luce di alterare i farmaci è diventata argomento di discussione scientifica solo negli ultimi anni del XX secolo. Tuttavia, in seguito alla scoperta di un altissimo numero di farmaci sensibili alla luce, la fotostabilità rappresenta ormai un tema emergente nella ricerca farmaceutica e gli articoli scientifici sull'argomento sono notevolmente aumentati.

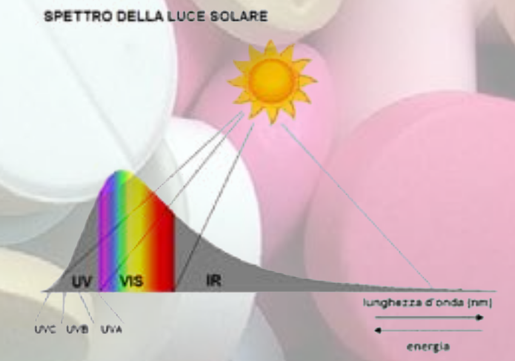
Effettivamente, fino agli anni '80 nessun articolo su tale materia compare nella letteratura scientifica. A partire da allora, il tema attira l'interesse di diversi gruppi di ricerca. Un primo riconoscimento all'importanza di questi studi si ottiene grazie all'introduzione in alcune farmacopee internazionali delle prime regole per ridurre al minimo gli effetti della luce. Tuttavia ci si limitava a raccomandare il mantenimento dei farmaci o dei preparati farmaceutici in contenitori resistenti al passaggio della luce. La ricerca in questo campo subisce una brusca accelerazione negli anni successivi, quando una serie di articoli dimostra la potenziale tossicità sull'uomo di alcuni prodotti derivanti dalla fotodegradazione dei farmaci.

Nel 1972, l'ente americano Food and Drug Administration (FDA) compila le norme GMP (Good Manufacturing Practice), costringendo le industrie farmaceutiche a redigere uno studio articolato sulla stabilità dei farmaci. Nel 1975, la Farmacopea Americana (U.S.P.) include l'obbligo della data di scadenza per le specialità medicinali. La prima versione di una Guida ufficiale per gli studi di stabilità è pubblicata dalla FDA nel 1984 e poi modificata nel 1987.

Durante gli anni '90, un ruolo centrale nel mercato farmaceutico globalizzato viene assunto dalla Conferenza Internazionale sull'Armonizzazione dei Requisiti Tecnici per la Registrazione di Prodotti Farmaceutici per Uso Umano (ICH), convocata dalle autorità degli Stati Uniti, del Giappone e dell'Unione Europea. Lo scopo principale della ICH è quello di ridurre la replicazione delle prove durante la ricerca e lo sviluppo di nuovi farmaci e armonizzare le linee guida per la loro registrazione. Un capitolo fondamentale di queste linee guida riguarda proprio la descrizione dei test di stabilità (ICH, 1996), comprovanti la variazione di un farmaco o prodotto farmaceutico quando esposto a fattori ambientali come temperatura, umidità e luce. I test prevedono tra l'altro che le impurezze di sintesi e i prodotti di degradazione debbano essere identificati e quantificati ed i limiti di determinazione stabiliti. Se necessario, gli aspetti tossicologici devono essere pure definiti attraverso studi specifici.

Perché la luce degrada i farmaci?

Sono soprattutto le radiazioni ultraviolette (UV) responsabili di una serie di reazioni (idrolisi, ossidazione, racemizzazione) e cause della degradazione dei principi attivi. Generalmente, la degradazione dipende dall'intensità della luce e dal range di lunghezze d'onda UV che colpiscono il prodotto. Nella migliore delle ipotesi, il processo di fotodegradazione causa solo una riduzione dell'attività farmacologica, dovuta alla ridotta quantità di farmaco "integro". In alcuni casi si possono verificare però reazioni fotoallergiche o fototossiche, dovute proprio ai prodotti di fotodegradazione. Un esempio ben noto è rappresentato dalla fotodegradazione di alcune creme solari che, oltre a causare una ridotta protezione dalle radiazioni UV, possono causare reazioni tossiche e/o allergiche, dovute alla formazione di prodotti di degradazione dalle caratteristiche tossiche.
La componente UV della luce solare è potenzialmente la principale responsabile nell'innescare reazioni fotochimiche ma, durante le varie fasi di fabbricazione, immagazzinamento e somministrazione del farmaco, si possono sommare periodi significativi di esposizione a lampade a incandescenza o fluorescenti. E' necessario, quindi, considerare anche il contributo di tali lunghezze d'onda. Le radiazioni di luce solare e lampade ad incandescenza si estendono dai 300 nm della regione ultravioletta ad oltre 3000 nm nell'infrarosso. La regione UV si suddivide a sua volta in 3 sotto-regioni: UVC, UVB, UVA. La porzione UVC varia 200-280 nm ed è la più energetica; può causare rapida degradazione fotochimica nonché danni alla pelle. Fortunatamente, queste radiazioni vengono assorbite dagli strati di ossigeno molecolare e ozono nell'alta atmosfera terrestre, tuttavia una componente è sempre presente in sorgenti di radiazioni artificiali.



La regione spettrale UVB comprende lunghezze d'onda nel range 280-320 nm ed anch'esse vengono in gran parte trattenute negli strati atmosferici. Tali radiazioni sono le principali responsabili nel provocare scottature, cancro della pelle e altri danni biologici, oltre che nel causare fotoreazioni in molte sostanze, tra le quali i farmaci. Le radiazioni UVA sono comprese nel range 320-400 nm, meno energetiche tra le radiazioni UV ma sufficienti a innescare fotosensibilizzazione di alcune sostanze endogene o esogene.
Le radiazioni infrarosse (800-3200 nm) non hanno energia sufficiente a indurre fotodegradazione, tuttavia possono far aumentare la temperatura di un prodotto e provocare decomposizione termica.

Farmaci noti e meno noti degradabili alla luce

Un elenco dei farmaci più usati in terapia e particolarmente sensibili alla luce è riportata nella Tabella che segue. Per alcuni di essi si riportano gli effetti dovuti alla degradazione. Sulla base della letteratura disponibile, è oggi possibile prevedere la fotolabilità di una data molecola e ipotizzarne i meccanismi di degradazione. La previsione della resistenza di un nuovo farmaco alla luce dovrebbe pertanto essere considerato già nella fase di progettazione. Ovviamente, la regola primaria per potersi degradare sta nella capacità di assorbire la luce. Ne consegue che il primo passo è l'identificazione di cromofori all'interno della molecola, con particolare riguardo all'assorbimento delle luce naturale o visibile. In pratica, i composti contenenti doppi legami coniugati, o doppi legami Carbonio-eteroatomo, nuclei aromatici ed eteroaromatici, assorbono fortemente e di solito sono molto fotoreattivi.

CATEGORIA TERAPEUTICA	PRINCIPI ATTIVI
Analgesici	Metadone, Morfina, Fentanile
Ansiolitici	Clordiazepossido, Nitrazepam, Clonazepam
Antiasmatici	Amminofillina, Terbutalina
Antibiotici	Aztreonam, Cefotassime, Cefalessina, Cloramfenicolo, Clortetraciclina, Ciprofloxacina, Clofazimina, Dapsone, Acido nalidissico, Nitrofurantoina, Norfloxacina, Pirazinamide, Sulfametossazolo, Trimetoprim, Vancomicina
Antidepressivi	Imipramina
Antiinfiammatori steroidei	Metilprednisolone, Triamcinolone, Prednisolone, Betametasone, Idrocortisone
Antiinfiammatori	Ketoprofene, Acido meclofenamico, Naprossene, Diclofenac, Diflunisal, Flurbiprofene, Indometacina, Ibuprofen, Piroxicam
Antimicotici	Ketoconazolo, Amfotericina B, Flucitosina, Griseofulvina
Antiparassitari	Metronidazole, Clorochina, Mefloquine, Primachina, Proguanile, Chinidina, Chinina
Antipertensivi	Minoxidil, Idralazina, Nifedipina, Nimodipina, Nisoldipina, Nitrendipina, Nitroprussiato
Antistaminici	Terfenadina, Difenidramina, Promethazine
Antitumorali	Mitomycin C, Bleomicina, Carmustina, Cisplatino, Citarabina, Dacarbazina, Daunorubicina, Doxorubicina, Etoposside, Fluorouracile, Mercaptopurina, Metotressato, Vinblastina
Antiulcera	Famotidina, Ranitidina
Cardiovascolari	Digitossina, Digossina, Diltiazepam, Dipiridamolo, Dobutamina, Nitroglicerina, Fenitoina, Warfarina, Amodiarone
Decongestionanti	Fenilefrina
Diuretici	Amiloride, Idroclorotiazide, Spironolattone, Triamterene, Furosemide
Miorilassanti	Succinilcolina,
Neurolettici	Clorpromazina, Aloperidol, Sulpirina, Tioridazina, Tiotissene
Tiroidei	Levothyroxine
Vitamine	Vitamina A, Vitamina B, Vitamina C, Vitamina D, Vitamina E, Vitamina K

Come si esegue un test di fotostabilità

Il parametro generalmente riconosciuto per definire la stabilità di un farmaco è il tempo necessario a ridurre del 10% la quantità iniziale ($t_{0.1}$).

Informazioni grossolane sulla fotosensibilità di un farmaco possono essere ottenute esponendo la sostanza alla luce solare diretta. Poiché la luce solare varia grandemente d'intensità a seconda delle stagioni, del giorno e del luogo, si è preferito definire condizioni standard e riproducibili di irradiazione. Le sostanze vengono testate in rapporto ad una sorgente di luce artificiale diffusa, in una camera climatizzata per escludere l'influenza del riscaldamento della lampada. La sostanza in esame viene sottoposta a condizioni stressanti di esposizione alla luce, permettendo di prevedere ciò che potrebbe accadere durante lunghi periodi di produzione e stoccaggio e determinare le eventuali misure cautelative da adottare.
La Guida ICH prevede apposite sorgenti luminose da adottare nei test di fotostabilità. Si può optare per una lampada combinante radiazioni visibili e ultravioletto o per una lampada allo Xenon, che producono comunque radiazioni simulanti la luce diurna all'aperto (definito in ISO10977). Opportuni filtri possono essere interposti per "tagliare" radiazioni particolarmente energetiche.

Come rendere i farmaci meno vulnerabili alla luce

Dopo la scoperta di un alto numero di farmaci sensibili alla luce, l'interesse dei ricercatori si è indirizzato, oltre che alla sintesi di molecole fotostabili, ad aumentare la capacità dei preparati farmaceutici nel "difendersi" dalla luce. L'esempio classico è l'impiego di materiali opachi e/o impermeabili ai raggi luminosi per la realizzazione del confezionamento primario, ossia delle confezioni a diretto contatto con il prodotto farmaceutico (si pensi ai blister in alluminio o ai flaconi in vetro scuro).

Naturalmente, queste precauzioni sono inefficaci durante la somministrazione del farmaco o, peggio, se il farmaco rimane esposto alla luce durante o dopo la somministrazione, come nel caso di applicazione topica. La luce, infatti, è in grado di penetrare nella cute per una profondità non trascurabile e direttamente proporzionale alla lunghezza d'onda. Mentre i raggi UVC sono completamente assorbiti dall'epidermide, i raggi UVB ed UVA riescono a penetrare fino al derma sottostante e, per le radiazione nel visibile, arrivare fino ai tessuti sottocutanei.
La progettazione di sistemi farmaceutici fotoprotettivi presenta il duplice vantaggio di mantenere inalterata la concentrazione di farmaco e allo stesso tempo evitare la formazione di fotoprodotti potenzialmente tossici.

La maggior parte dei farmaci è formulata in preparazioni solide (compresse, capsule…) o in soluzione. Le prime sono di solito più stabili rispetto alle formulazioni liquide e, per quest'ultime, la degradazione diminuisce con l'aumento della concentrazione del farmaco.

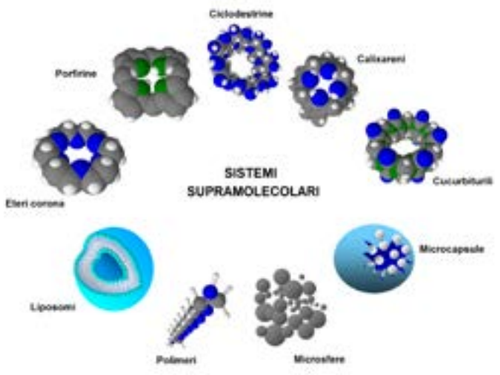
L'approccio più studiato per stabilizzare le preparazioni farmaceutiche è la formulazione in presenza di eccipienti in grado di "proteggere" i farmaci dalla luce. Gli eccipienti più studiati sono i cosiddetti "filtri" la cui azione protettiva si basa sulla proprietà di assorbire, parzialmente o totalmente, le radiazioni visibili e UV (presentano spettri di assorbimento sovrapponibili a quelli dei farmaci). L'utilizzo di tali additivi è spesso limitato da problemi tecnologici, tossicologici o economici.

Negli ultimi anni, il maggior interesse è stato rivolto alle formulazioni del farmaco in matrici supramolecolari noti come sistemi "host-guest". La componente "host" è di solito una molecola organica o ionica formante una cavità nella quale ospitare il farmaco "guest". L'importanza della chimica supramolecolare è stata riconosciuta nel 1987 con l'assegnazione del Premio Nobel per la Chimica a Donald J. Cram. J.M. Lehn e C.J. Pedersen per i loro studi in questo campo.

Il numero di articoli scientifici nel campo della chimica supramolecolare è oggi impressionante e il numero degli scienziati che ne studiano le diverse applicazioni è notevolmente in aumento.

I più famosi aggregati supramolecolari, in cui un elevato numero di molecole formano spontaneamente un complesso tenuto insieme da legami non covalenti sono noti come micelle e liposomi. Le formulazioni a base di liposomi o micelle sono utilizzati per incapsulare farmaci altrimenti insolubili e contemporaneamente proteggerli da agenti esterni, come la luce. Grazie alle loro dimensioni, i liposomi possono trasportare attraverso il sistema vascolare i farmaci e rilasciarlo direttamente nel tessuto malato.

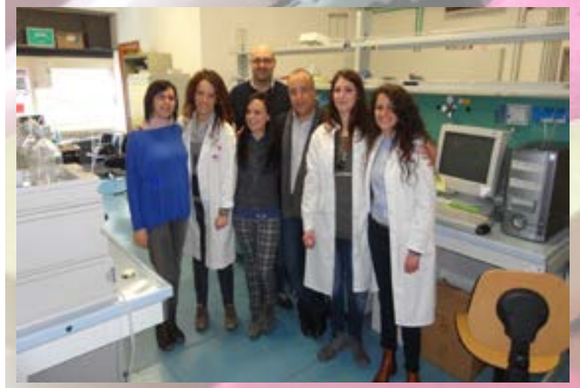
Le strutture più rappresentative presentanti una cavità in cui un "guest" può alloggiare sono ormai numerose: ciclodestrine, calixareni, porfirine, eteri a corona... Le dimensioni di assemblaggi supramolecolari possono variare da nanometri a micrometri. Approcci recenti per il rilascio controllato di farmaci vedono l'incorporazione di farmaci in particelle polimeriche microscopiche, note come microsfere o microcapsule.



La ricerca sui farmaci fotolabili all'UNICAL

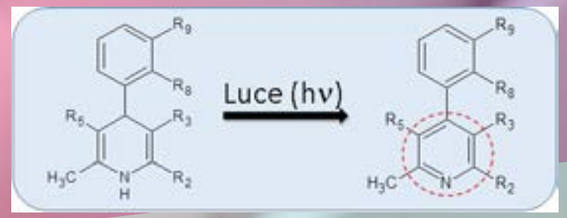
Il nostro Gruppo di Ricerca, presso il Dipartimento di Farmacia e Scienze della Salute e della Nutrizione dell'Università della Calabria, ha intrapreso da circa 20

anni lo studio sui farmaci fotolabili. le prime attività sono state focalizzati sulla determinazione delle cinetiche di degradazione e sull'identificazione dei prodotti di degradazione di diversi famaci. Di recente è stato affrontato anche lo studio sulla stabilizzazione dei farmaci fotolabili definendo nuove matrici in grado di proteggere gli stessi dalla luce.



Per gli studi di fotodegradazione, è utilizzata l'apparecchiatura dedicata ***Suntest CPS+*** (fig. 1), munita di una lampada allo Xenon, in grado di simulare in maniera quasi perfetta lo spettro della luce solare, in linea con le direttive ICH.

Una attenzione particolare è stata riservata alla serie degli antipertensivi 1,4-diidropiridinici, per molti dei quali sono state definite le cinetiche di degradazione nonchè il dosaggio dei principi attivi e dei rispettivi prodotti di fotodegradazione. L'esposizione alla luce di questi farmaci provoca generalmente fotodegradazione mediante aromatizzazione dell'anello piridinico. Alcune molecole della classe danno origine anche ad altri prodotti secondari.



Dato il grande numero di farmaci antipertensivi appartenenti alla serie diidropiridinica, il nostro gruppo ha messo a punto un modello multiparametrico con il quale calcolare la cinetica di degradazione di molecole già note e nel contempo predire il comportamento alla luce di nuove molecole. Tale modello potrà indirizzare alla sintesi di nuove molecole dotate di elevata stabilità. Il modello è basato sulla relazione QSPR (Quantitative Structure-Property Relationships) tra struttura molecolare e fotostabilità, pesando l'influenza di una serie di valori (variabili o descrittori) relativi alle strutture chimiche. La selezione dei descrittori rappresenta un passo essenziale per migliorare la qualità del modello. In particolare, sono stati selezionati due descrittori per l'intera molecola (volume molecolare, costante idrofobica) e quattro descrittori relativi ai gruppi chimici (donatori H, accettatori H, polarità e logP). Tra questi, il logP indica il carattere "lipofilo" di una molecola ed è comunemente utilizzato nella progettazione di farmaci in quanto ne influenza l'assorbimento, la biodisponibilità, il metabolismo e la tossicità.
Il modello matematico, definito mediante una procedura molto complessa, è il seguente:

$$\log t_{0.10} = 8.737e\text{-}03\ MVR_3 - 0.299\ \pi R_2 - 7.872e\text{-}04\ MVR_1 + 0.162\ \pi R_1 - 0.182\ MVR_2 + 0.295\ \pi R_2 - 2.316e\text{-}02\ MVR_2 + 3.743e\text{-}02\ \pi R_2 + 0.188\ HDon - 0.222\ HAcc - 1.499e\text{-}02\ PSA + 5.839e\text{-}03\ XlogP + 10.773$$

Un altro studio ha riguardato la fotodegradazione di farmaci somministrati per via topica che, per la diretta possibilità di esposizione alla luce, vede amplificato il problema della fotodegradazione. In particolare, è stata investigato il comportamento alla luce del Diclofenac, un antinfiammatorio non steroideo (FANS), comunemente usato per il trattamento di dolori articolari e muscolari. Considerando il consumo globale di questo farmaco, circa 940 tonnellate l'anno, e il lento assorbimento attraverso la pelle, appare molto interessante uno studio dettagliato sulla fotostabilità del farmaco e su nuove formulazioni topiche fotostabili. La degradazione di diclofenac potrebbe coinvolgere non solo la riduzione della dose terapeutica, ma anche la formazione sulla pelle di prodotti secondari con attività sconosciuta per la salute.
Due formulazioni commerciali con concentrazione del farmaco all'1 e 2% sono state testate, confermando una degradazione del farmaco del 10% in appena 4.38 e 6.22 minuti e una degradazione totale dopo 3 e 4.5 ore, rispettivamente per le due formulazioni.
Due diversi approcci sono stati adottati per ridurre la fotodegradazione del farmaco. Formulazioni in gel con le stesse concentrazioni di farmaco sono state preparate in laboratorio aggiungendo tra gli eccipienti molecole assorbenti nel range UV-visibile (filtri), nelle quantità consentite dalla disposizioni europee per le formulazioni farmaceutiche e cosmetiche. Parallelamente, sono state preparate formulazioni con il farmaco incapsulato in ciclodestrina. L'uso dei filtri ottilsilato e ottilmetossicinnamato ha dato buoni risultati, triplicando all'incirca la fotostabilità del farmaco. Risultati ancora migliori sono stati conseguiti incorporando il farmaco in ciclodestrina, registrando un aumento della stabilità di ben sei volte.

Letteratura

- Michele De Luca, Gaetano Ragno, Giuseppina Ioele, Romà Tauler. Multivariate curve resolution of incomplete fused multiset data from chromatographic and spectrophotometric analyses for drug photostability studies. *Analytica Chimica Acta (2014) doi 10.1016/j.aca.2014.05.056*
- G. Ioele, M. De Luca, L. Tavano, G. Ragno. The difficulties for a photolabile drug in topical formulations: The case of diclofenac. *International Journal of Pharmaceutics. 465, 284-290, 2014.*
- Ioele G., De Luca M., Ragno G. Photostability of barnidipine in combined cyclodextrin-in-liposome matrices. *Future Med. Chem. 6 (2014) 35-43.*
- Ioele G., De Luca M., Ragno G. Lonidamine and related impurities: HPLC analysis, stability profile and degradation pathways. *Analytical Methods, 2013, 5, 1715-1720.*
- M. De Luca, R. Tauler, G. Ioele, G. Ragno. Study on photodegradation kinetics of melatonin by multivariate curve resolution (MCR) with estimation of feasible band boundaries. *Drug Testing and Analysis 5 (2013) 96-102*
- Michele De Luca, Giuseppina Ioele, Silvia Mas, Romà Tauler, Gaetano Ragno. A study of pH-dependent photodegradation of amiloride by a multivariate curve resolution approach to combined kinetic and acid–base titration UV data. *Analyst 137 (2012) 5428-5435*
- Erdal Dinç, Gaetano Ragno, Dumitru Baleanu, Michele De Luca, Giuseppina Ioele. Fractional wavelet transform–continous wavelet transform for the quantification of melatonin and its photodegradation product. *Spectr. Lett. 45 (2012) 337–343*
- G.Ragno, G.Ioele, M.De Luca. Supramolecular pharmaceutical matrices for photosensitive drugs. *Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology (American Scientific Publishers, USA). 24 (2011) 1-25*
- G. Ioele, F. Oliverio, I. Andreu, M. De Luca, M. A. Miranda, G. Ragno. Different photodegradation behavior of barnidipine under natural and forced irradiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry 215 (2010) 205–213*
- M. De Luca, S. Mas, G. Ioele, F. Oliverio, G. Ragno, R. Tauler. Kinetic studies of nitrofurazone photodegradation by multivariate curve resolution applied to UV-spectral data. *Int. J. Pharm. 386; 99–107; 2010.*
- G. Ioele, M. De Luca, F. Oliverio, G. Ragno. Prediction of photosensitivity of 1,4-dihydropyridine antihypertensives by quantitative structure-property relationship.*Talanta 79(5); 1418-24; 2009*

- E.Dinç, G.Ragno, G.Ioele, D.Baleanu. Fractional wavelet analysis for the simultaneous quantitative analysis of lacidipine and its photodegradation product by continuous wavelet transform and multilinear regression calibration. *J AOAC.89(6); 1538-1546; 2006*

- G.Ragno, A.Risoli, G.Ioele, E.Cione, M.De Luca. Photostabilization of 1,4-Dihydropyridine antihypertensives by incorporation into beta-cyclodextrin and liposomes. *J.Nanosci.Nanotechnol. 6; 2979-2985; 2006*

- G.Ragno, G.Ioele, M.De Luca, A.Garofalo, F.Grande, A.Risoli. A critical study on the application of the zero-crossing derivative spectrophotometry to the photodegradation monitoring of lacidipine *J.Pharm. Biom.Anal. 42(1); 39-45; 2006*

- G.Ragno, A.Risoli, G.Ioele and M.De Luca. Photo and thermal-stability studies on benzimidazole anthelmintics by HPLC and GC-MS. *Chem. Pharm. Bull. 54: 802-806; 2006*

- G.Ioele, E.Cione, A.Risoli, G.Genchi and G.Ragno. Accelerated photostability study of tretinoin and isotretinoin in liposome formulations. *Int. J. Pharm. 293: 251-260; 2005*

- G.Ragno, E.Cione, A.Garofalo, G.Genchi, G.Ioele, A.Risoli, A.Spagnoletta. Design and monitoring of photostability systems for amlodipine dosage forms. *Int. J Pharm. 265 (1-2): 125-132; 2003*

- G.Ragno, C.Vetuschi, A.Risoli, G.Ioele. Application of a classical least squares regression method to the assay of 1,4-dihydropyridine antihypertensives and their photoproducts. *Talanta 59(2):357-382; 2003*

- C.Vetuschi, G.Ragno, M.Veronico, A.Risoli, A.Giannandrea. Comparative evaluation of analytical methods for simultaneous determination of nisoldipine and its photodegradation products. *Anal. Lett. 35(8):1327-1339: 2002.*

- G.Ragno, A.Garofalo, C.Vetuschi. Photodegradation monitoring of amlodipine by UV derivative spectrophotometry. *J.Pharm.Biom.Anal. 27(1); 19-24: 2002*

- G.Ragno, C.Vetuschi. UV derivative spectrophotometric assay of nicardipine and its photodegradation product. D*ie Pharmazie 53: 628-631; 1998*

- G.Ragno, M.Veronico, C.Vetuschi. Analysis of nimodipine and its photodegradation product by derivative spectrophotometry and gas chromatography. *Int.J.Pharm. 119: 115-119; 1995*

- G.Ragno, M.Veronico, C.Vetuschi. Gaschromatographic and UV derivative determination of Nitrendipine and its photodegradation product. *Int.J.Pharm. 99: 351-355; 1993*

- Gonzalo Cosa. Photodegradation and photosensitization in pharmaceutical products: assessing drug phototoxicity. *Pure Appl. Chem. 76: 263–275, 2004.*

- ICH Q1A(R2), Stability testing of new drug substances and products, International Conference on Harmonization, IFPMA, Geneva, 2003.

- Hanne Hjorth Tonnesen. Photostability of Drugs and Drug Formulations, 2004. *CRC Press*

- Steven W. Baertschi. Pharmaceutical Stress Testing, 2005. *CRC Press*

- Albini, E Fasani. Drugs: Photochemistry and Photostability, 1998. *Royal Society of Chemistry*

- Joseph T. Piechocki, Karl Thoma. Pharmaceutical Photostability and Stabilization Technology, 2006. *Informa Healthcare*

La politica criminale nella 'rete': quali riflessi sulla legalità penale?*

Mario Caterini

Ricercatore di Diritto penale
Dipartimento di Scienze Aziendali e Giuridiche Unical
mario.caterini@unical.it

Sommario: 1. La ridondante enfatizzazione mediatica dei rischi e la strumentale creazione elitaria di paure collettive. – 2. La dimostrazione empirica dell'artificiosità della rappresentazione mediatica del rischio criminale. – 3. L'influenza della rappresentazione mediatica sulle scelte di politica criminale. – 4. La 'democrazia liquida' mediante internet: i pericoli per una politica criminale legittima. - 5. Un'auspicabile Bildung politico-criminale e il ruolo della cultura giuspenalistica.

1. La ridondante enfatizzazione mediatica dei rischi e la strumentale creazione elitaria di paure collettive

Nella società odierna – è stato affermato autorevolmente – la sicurezza è solo una finzione sociale e, di conseguenza, pure il superamento del rischio è meramente simbolico[1]. In tale direzione, invero, milita in maniera sempre più determinante il ruolo svolto dai mass media, oggi in particolare da internet, che riesce progressivamente ad influenzare la percezione di un certo fenomeno[2]. Tali considerazioni valgono anche per i rischi relativi alle vicende criminali e per le collegate pretese di sicurezza[3]. In quest'ottica il rischio è un derivato socio-culturale, sia nella sua costruzione oggettiva che nella sua percezione soggettiva[4]. In tali casi il rischio criminale spesso appare socialmente costruito mediante la creazione di 'nemici' fittizi[5].

La percezione del rischio non avviene secondo un percorso lineare (ossia partendo dai fatti, passando attraverso i mass media, per finire ai consociati), bensì mediante un processo di natura circolare tra fonti che si alimentano reciprocamente[6]. Avvalendosi dell'esperienza collettiva e del senso comune, infatti, i mezzi di comunicazione percepiscono e intercettano i presunti rischi che attraggono i consociati e, mediante l'artificiosità propria della figurazione mediatica, sono capaci di influenzarne ed enfatizzarne una determinata percezione collettiva. Tale percezione, poi, viene ulteriormente rafforzata dagli stessi media che attingono nuovamente a quel senso comune, a questo punto però enfatizzato in precedenza dai media stessi, secondo un meccanismo di crescente amplificazione, equiparabile ad una specie di riproduzione per autopoiesi, ossia una viziata spirale vorticosa non sempre contenibile[7].

Da tale circolo vizioso, inoltre, spesso scaturisce una 'domanda di sicurezza' proveniente dai media e dalla c.d. opinione pubblica condizionata mediaticamente, a cui di frequente fa da pendant la c.d. 'risposta pubblica' che, in relazione al fenomeno criminale, o è di carattere politico, con l'emanazione di nuove norme volte [spesso solo simbolicamente] a fronteggiare il rischio percepito; oppure è di matrice giudiziale, con iniziative della magistratura che sempre più frequentemente sfociano nel c.d. 'diritto vivente', ove si assiste a 'forzature' della lettera delle norme per soddisfare supposte richieste di sicurezza provenienti dall'opinione pubblica[8]. Il circolo vizioso può proseguire con gli effetti socio-politici generati dalla c.d. 'risposta pubblica', effetti che a loro volta attraggono altre reazioni mediatiche, che suscitano a loro volta altra percezione sociale, che a sua volta spesso richiede una nuova 'risposta pubblica'. La percezione del rischio si fonda perciò su un sistema di reciproci impulsi e interferenze, che, in fin dei conti, si sostanzia in uno scontro per imporre una data interpretazione della realtà[9].

In questo [corto]circuito incalzante e interminabile, il compito di selezionare le notizie costituisce la principale forza dei mass media, anche nel web[10]. Assodato che deve pur avvenire un vaglio preventivo delle notizie suscettibili di diffusione, la questione si incentra soprattutto sui criteri adottati[11]. I mezzi di comunicazione improntano le loro scelte al discrimine tra ciò che costituisce informazione rispetto a ciò che non è tale, nel senso che non suscita interesse nel pubblico[12]. Nelle economie di mercato, infatti, la logica è quella commerciale, ovvero divulgare solo le notizie più vendibili, più appetibili, che per lo più corrispondono a quei fatti che eccitano le emozioni, come alcune vicende criminali[13]. Questo spesso avviene a detrimento delle informazioni su fenomeni privi di fascino mediatico, che però sarebbero ben più rilevanti, per esempio, in una seria discussione politico-criminale. La selezione 'commerciale' delle notizie suscettibili di divulgazione e, dunque, dei temi del dibattito pubblico, è capace di produrre anche una squilibrata distribuzione delle risorse, in quanto le scelte politiche, legislative e finanziarie, se condizionate da spinte populiste, non saranno tanto sensibili ai rischi più reali e gravi, ma a quelli più apparenti[14].

La ridondante enfatizzazione mediatica dei rischi più 'commercializzabili' può indurre verso istintivi allarmi sociali, una sorta di ansia collettiva che spesso non ha vera giustificazione: si tratta del c.d. paradosso della paura, in cui l'emozione esaspera la realtà[15]. La teorizzazione della paura come strumento di controllo sociale ha origini remote e molto autorevoli[16]. Oggi, tuttavia, i mass media e segnatamente internet, in cui l'emotività assurge a parametro delle scelte, possono offrire formidabili strumenti di persuasione attraverso la paura, sempre più al centro della scena politica, al punto che i fenomeni generanti timore sociale, mediaticamente enfatizzati, frequentemente condizionano iniziative legislative di contrasto [simbolico], volte ad attrarre il favore degli elettori[17]. A questo punto è chiaro che la paura può essere catalizzata, manipolata, strumentalizzata, fino ad essere del tutto creata e, quando ciò si verifica, i fautori ne sono le élites politiche, economiche e mediatiche[18]. Il ruolo della comunicazione di massa – nella quale internet sta assumendo un peso sempre più determinante – diviene così indispensabile per generare sentimenti diffusi di paura attraverso la percezione collettiva dei rischi[19].

2. La dimostrazione empirica dell'artificiosità della rappresentazione mediatica del rischio criminale

Al fine di convalidare quanto si è sostenuto sinora, con particolare riferimento ai rischi e agli allarmi collegati alle vicende delittuose, è utile attingere alla ricerca empirico-criminologica per capire quali fatti suscettibili di rilevanza penale vengono divulgati mediaticamente, e in che modo[20]. L'inclinazione è ad esaltare il rischio percepito dalla collettività in quanto gli episodi criminali, soprattutto alcune tipologie delittuose, vengono rappresentati dai mass media come fenomeno molto più diffuso di quello che è in realtà, dilatandone la consistenza rispetto a quella riscontrabile ufficialmente nei dati statistici validati[21].

---

* Lo scritto propone la relazione svolta nel Convegno *La giustizia penale nella "rete". Le nuove sfide della società dell'informazione nell'epoca di internet*, tenuto nell'Università di Perugia il 19 settembre 2014, con l'aggiunta delle note e di talune riflessioni alla luce del dibattito sviluppatosi in quella occasione.

1 Si veda S. Moccia, *L'odierna funzione di 'controllo' e "orientamento" della dottrina*, in *Criminalia*, 2013, 410, secondo cui «la sicurezza, dunque, non è più la conseguenza di un ordine sociale teso alla giustizia, ma è l'esito di scelte politiche, approssimative, orientate nel migliore dei casi alla 'riduzione del danno'; esse, in ogni caso, come l'esperienza di questi anni sta dimostrando, sono condannate al fallimento, anche perché la persona, la sua individualità, più o meno dolorosa, non si lascia facilmente sostituire da insiemi matematici o *clusters* statistici. In questi termini la sicurezza è solo una finzione sociale: dunque il superamento del rischio è destinato ad essere solo simbolico. E la media attuariale delle emozioni private, disinvoltamente scambiata per opinione pubblica, viene sovente assecondata da un legislatore poco attento, poco informato e, forse, in mala fede».

2 In generale sull'influenza dei mezzi di comunicazione nella percezione sociale della realtà, si veda U. Eco, *Costruire il nemico e altri scritti occasionali*, Milano, 2012; in particolare sul condizionamento ad opera dei *new media* si rinvia a J. Meyrowitz, *Oltre il senso del luogo. Come i media elettronici influenzano il comportamento sociale*, trad. it. N. Gabi, Bologna, 2002.

3 Il diritto alla sicurezza è stato oggetto di numerose e autorevoli ricerche nella letteratura penalistica; tra i tanti, in tempi più recenti, si rinvia a D. Pulitanò, *Sicurezza e diritto penale*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2009, 547 ss.; M. Donini, *Sicurezza e diritto penale*, in *Cass. pen.*, 2008, 3558 ss.; W. Hassemer, *Sicurezza mediante il diritto penale*, in *Crit. dir.*, 2008, 15 ss.; A. Baratta, *Diritto alla sicurezza o sicurezza dei diritti*, in *Dem. dir.*, 2000, 19 ss.; da ultimo, A. Cavaliere, *Può la 'sicurezza' costituire un bene giuridico o una funzione del diritto penale?*, in W. Hassemer, E. Kempf, S. Moccia (a cura), *In dubio pro libertate. Festschrift für Klaus Volk zum 65. Geburtstag*, München, 2009, 111 ss.

4 Sulla percezione dei rischi si vedano L. Savadori, R. Ruminati, *Nuovi rischi, vecchie paure*, Bologna, 2005, spec. 44 ss.; P. Slovic, *The Perception of Risk*, London, 2000, *passim*. Sulla c.d. 'società del rischio' e l'alterazione profonda della struttura del sistema penale in contraddizione con i sui principi fondamentali, si veda F. Stella, *Giustizia e modernità. La protezione dell'innocente e la tutela delle vittime*, Milano, 2001, *passim*, spec. 387 ss., 415 ss. Per un'analisi del rischio nella prospettiva penalistica, sia endo che eso-sistemica, più recentemente si rinvia a C. Perini, *Il concetto di rischio nel diritto penale moderno*, Milano, 2010, *passim*, spec. 4 ss., 168 ss.

5 Sul fenomeno generale della spettacolarizzazione del crimine, recentemente si vedano E.R. Zaffaroni, M. Bailone, *Delito y espectáculo. La criminología de los medios de comunicación*, in E.R. Zaffaroni, M. Caterini (a cura), *La sovranità mediatica. Una riflessione tra etica, diritto ed economia*, Padova, 2014, 125 ss. L'argomento dell'enfatizzazione mediatica del pericolo criminale è trattato, tra i tanti, anche da J.L. Fuentes Osorio, *Los medios de comunicación y el derecho penal*, in *Revista electrónica de ciencia penal y criminología*, 2005, n. 07-16, 16:1 ss.; F. Vianello, D. Padovan, *Criminalità e paura: la costruzione sociale dell'insicurezza*, in *Dei delitti e delle pene*, 1999, n. 1-2, 247 ss. Sull'influenza dei mezzi di comunicazione nella percezione sociale del 'nemico', si veda A. Dino, *I media e i «nemici» della democrazia*, in *Quest. giust.*, 2006, 824 ss. In genere, sulla costruzione sociale del rischio si rinvia a U. Beck, *La società del rischio. Verso una seconda modernità*, Roma, 2000, 35 ss., spec. 337; G. Amendola, *Qualità della vita, bene comune, rischio accettabile: i topoi retorici e/o le strettoie concettuali della valutazione d'impatto ambientale*, in F. Beato (a cura di), *La valutazione dell'impatto ambientale. Un approccio integrato*, Milano, 1995, 20 ss.

6 G. Priulla, *Raccontar guai. Che cosa ci minaccia. Che cosa ci preoccupa*, Soveria Mannelli, 2005, 63

7 Con particolare riferimento al fenomeno criminale e alla capacità dei media di fornire modelli interpretativi deformanti, si veda R.V. Erickson, *Mass Media, Crime, Law, and Justice. An Institutional Approach*, in *The British Journal of Criminology*, vol. 31, 1991, 219 ss., secondo cui i mezzi d'informazione non sono in grado di far nascere dal nulla opinioni o convinzioni, ma sollecitano e sviluppano le attitudini dei cittadini, secondo un modello interrelazionale in cui i media offrono un'interpretazione della realtà che si combina con quella del cittadino.

8 È molto plausibile, infatti, che il sistema mediatico possa influenzare anche i magistrati nell'assunzione delle decisioni, orientando non solo l'accertamento del fatto, ma anche l'interpretazione delle norme, verso un risultato piuttosto che un altro, in ragione delle aspettative della c.d. opinione pubblica. M. Romano, *Legislazione penale e consenso sociale*, in *Jus*, 1985, 413 ss., oltre che di un consenso sociale riferibile alla creazione delle norme, parla anche di un consenso sociale «con riferimento alla struttura dialogico-comunicativa del processo […] il cui esito ultimo – la decisione di condanna o di proscioglimento – condiziona la comprensione sociale dell'attività giudiziaria e ne è verosimilmente a sua volta condizionata». Più ricerche, soprattutto nei sistemi di *common law*, hanno sottoposto a verifica empirica le influenze dei mass media sul processo decisionale dei giudici professionali e dei giurati, più in particolare con riferimento alla prova del fatto; si vedano E. Costantini, J. King, *The Partial Juror: Correlates and Causes of Prejudgement*, in *Law & Society Review*, vol. 15, 1981, 36 ss.; C.A. Studebaker, S.D. Penrod, *Pretrial publicity: The media, the law, and common sense*, in *Psychology, Public Policy, and Law*, vol. 3, 1997, 428 ss.; T.R. Tyler, *Viewing CSI and the Threshold of Guilt:Managing Truth and Justice in Reality and Fiction*, in *The Yale Law Journal*, 2006, 1050 ss.; in Italia, per i profili psicologici, si vedano le relazioni all'incontro "Magistrati e Mass Media", organizzato dal CSM, Roma, 2004, in particolare L. Arcuri, *Ruolo dei mezzi di comunicazione di massa nell'organizzazione delle rappresentazioni sociali e del giudizio delle persone (analisi dei processi attraverso cui i prodotti mediatici possono influenzare la decisione)*, e R. Rumiati, *L'influenza mediatica sulla decisione*.

9 R. Ericson, P. Baranek, J. Chan, *Negotiating Control. A Study of News Sources*, Toronto, 1989.

10 In tema si rinvia a R. Marini, *Mass media e discussione pubblica. Le teorie dell'agenda setting*, Roma - Bari, 2011; si veda anche S. Bentivegna (a cura di), *Mediare la realtà. Mass media, sistema politico e opinione pubblica*, Milano, 2002, in particolare la prima parte con gli scritti di M. Mc Combs, D. Shaw, *La funzione di agenda-setting dei mass media*; di M. Benton, P.J. Frazier, *La funzione di agenda-setting dei mass media ai tre livelli di "complessità" dell'informazione*; e di S. Iyengar, D. Kinder, *L'effetto di agenda-setting*.

11 Si è sostenuto che la più forte influenza dei media sulla politica e sugli elettori non avviene attraverso una sorta di imposizione di contenuti ideologici, ma proprio in ragione dei processi selettivi delle informazioni ispirati a logiche interne al sistema mediatico; cfr. E. Caniglia, *Berlusconi, Perot e Collor come political outsider. Media, marketing e sondaggi nella costruzione del consenso politico*, Soveria Mannelli, 2000, 180.

12 Mentre il diritto si conforma al discrimine lecito/illecito, i mezzi di comunicazione al diverso codice: informazione/non informazione; cfr. N. Luhmann, *La differenziazione del diritto. Contributi alla sociologia e alla teoria del diritto*, trad. it. di R. De Giorgi, M. Silbernagl, Bologna, 1990, 62; Id., *Die Realität der Massenmedien*, Opladen, 1995, 17.

13 D. Garland, *La cultura del controllo. Crimine e ordine sociale nel mondo contemporaneo*, Milano, 2004, 174.

14 G. Priulla, *Raccontar guai*, cit., 67 ss. Per il dibattito sul c.d. populismo penale, recentemente si vedano G. Fiandaca, *Populismo politico e populismo giudiziario*, in *Criminalia*, 2013, 95 ss.; D. Pulitanò, *Populismi e penale. Sulla attuale situazione spirituale della giustizia penale*, ivi, 123 ss.

15 La letteratura in tema di paura della criminalità è molto vasta; tra i tanti si rinvia a J. Simon, *Il governo della paura. Guerra alla criminalità e democrazia in America*, Milano, 2008, *passim*; R. Cornelli, *Paura e ordine nella modernità*, Milano, 2008, *passim*; I. Merzagora Betsos, G.V. Travaini, *Criminalità e paura: una relazione complessa*, in *Difesa sociale*, 2003, 51 ss.; G.V. Travaini, *Paura e criminalità. Dalla conoscenza all'intervento*, Milano, 2002, *passim*, spec. 19 ss.; per un recente tentativo di superamento della paura attraverso politiche di sicurezza orientate in senso democratico, si vedano A. Ceretti, R. Cornelli, *Oltre la paura. Cinque riflessioni su criminalità, società e politica*, Milano, 2013.

16 Per l'uso politico della paura nel pensiero di Hobbes, Montesquieu e Tocqueville, si rinvia a C. Robin, *Paura. La politica del dominio*, Milano, 2005, 41 ss., 81 ss., 91 ss.

17 In tal senso risultano particolarmente significative le incisive parole di E.R. Zaffaroni, *En busca de las penas perdidas. Delegitimacion y dogmatica juridico-penal*, Bueons Aires, 1989, trad. it. di G. Seminara, revisione a cura di A. Cavaliere, *Alla ricerca delle pene perdute. Delegittimazione e dommatica giuridico-penale*, Napoli, 1994, 139 ss., secondo cui «i *mass-media* – e specialmente la televisione – sono oggi elementi indispensabili per l'esercizio di potere di tutto il sistema penale. Se non esistessero […] non si potrebbero indurre sentimenti di paura nella direzione voluta […] i mezzi di comunicazione di massa sono i grandi artefici dell'illusione relativa ai sistemi penali […] si occupano della precoce introiezione del modello penale quale preteso modello di soluzione dei conflitti […] sono incaricati di generare l'illusione dell'efficienza del sistema».

18 N. Chomsky, E. S. Herman, *La fabbrica del consenso. La politica e i mass media* (1998), trad. it. S. Rini, Milano, 2014, *passim*, spec. 363, hanno dimostrato il meccanismo elitario attraverso cui il mondo dell'informazione mobilita l'opinione pubblica per sostenere e difendere gli interessi particolari dominanti nella società: «la finalità sociale dei media è piuttosto di inculcare e difendere i progetti economici, sociali e politici dei gruppi privilegiati che dominano la società e lo stato. I media servono al conseguimento di questo scopo in molti modi: selezionando i temi, distribuendoli secondo una scala di priorità e di importanza, inquadrando le questioni, filtrando le informazioni, scegliendo enfasi e toni, e mantenendo il dibattito entro i confini di premesse accettabili». C. Robin, *Paura*, cit., 199, ha affermato che «le élites […] in quanto protettori ufficiali della sicurezza della comunità, decidono quali minacce siano più rilevanti […], definiscono la natura della minaccia, da dove proviene e come deve essere combattuta, mobilitando la popolazione contro di essa». Nella prospettiva politico-criminale si parla delle campagne di *law & order* per recuperare o rafforzare il consenso; cfr. C.A. Paliero, *La maschera e il volto. Percezione sociale del crimine ed 'effetti penali' dei media*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2006, 523 ss.; più in generale sul ruolo del consenso nel diritto penale, Id., *Consenso sociale e diritto penale*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 1992, 849 ss.

19 Se poi il potere politico riesce a controllare i mass media – attraverso imposizioni o concentrazioni di proprietà –, l'alterazione del sistema democratico è ulteriore in quanto le forze politiche potrebbero riuscire a farsi sollecitare dall'opinione pubblica le riforme che esse stesse desiderano; in tema F. Palazzo, *Mezzi di comunicazione e giustizia penale*, in *Pol. dir.*, 2009, 202-203; G. Giostra, *Processo penale e mass media*, in *Criminalia*, 2007, 66

20 In via generale si rinvia a G. Forti, M. Bertolino (a cura di), *La televisione del crimine*, Milano, 2005, *passim*; più recentemente si veda pure R. Bianchetti, *Mass media, insicurezza sociale e recenti orientamenti di politica penale*, Milano, 2012, *passim*, spec. 154 ss.; meno recentemente R. Grandi, M. Pavarini, M. Simondi (a cura di), *I segni di Caino. L'immagine della devianza nella comunicazione di massa*, Napoli, 1985, *passim*.

21 G. Forti, R. Redaelli, *La rappresentazione televisiva del crimine: la ricerca criminologica*, in G. Forti, M. Bertolino (a cura di), *La televisione del crimine*, cit., *passim*, spec. 12 ss., 18 ss., 179; R.J. Gebotys, J.V. Roberts, B. DasGupta, *News Media Use and Public Perceptions of Crime Seriousness*, in *Canadian Journal of Criminology and Criminal Justice*, 30, 1988, 3 ss. Per altre discrasie numeriche e sovra-rappresentazioni sostanziali (per omissione), in particolare tra cronaca criminale riguardante cittadini ita-

Buona parte delle notizie relative ai fatti criminosi viene scartata a favore di un novero ristretto di episodi presentati con una forte carica di disvalore. L'agenda setting relativa alle tipologie criminose è ferrea e restrittiva, approdando al grande pubblico quasi esclusivamente le notizie relative ad alcuni tradizionali delitti violenti (ad es. omicidio, terrorismo, ecc.), mentre altri episodi non captano alcuna attenzione mediatica o questa è molto limitata, ad eccezione di alcune categorie di avvenimenti (ad es. crimini sessuali o contro l'infanzia) che, sebbene solitamente trascurati nella loro portata generale, arrivano alla ribalta della cronaca spesso in riferimento a specifici episodi enfatizzati sul piano della gravità. Avviene inoltre che i reati statisticamente più frequenti, come quelli contro il patrimonio, se in alcuni casi per numero di notizie (soprattutto sui giornali) hanno una buona frequenza, ricevono però una scarsa divulgazione mediatica complessiva, sia per gli spazi che per i tempi dedicati[22]. I mezzi di informazione, inoltre, tendono a sopravvalutare la gravità di alcuni reati rispetto al disvalore 'ufficiale' assegnato dall'ordinamento attraverso la 'comminatoria edittale'[23].
Emerge così che la comunicazione di massa tende a divulgare maggiormente gli episodi criminali più rari, ma considerati gravi ed emotivamente eccitanti, e indiscutibilmente meno i crimini molto più diffusi, ma reputati in sé poco rilevanti perché non suscitanti l'interesse del pubblico. La comunicazione di massa, perciò, è incline a invertire l'ordine delle statistiche reali, trascurando il crimine come fenomeno sociale di larga scala e concentrando l'attenzione su singoli fatti in grado di attrarre audience e profitto[24].
I dati empirici che emergono dalla ricerca criminologica consentono di validare l'artificiosità della percezione del rischio criminale così come figurato dal sistema mediatico, e permettono anche di spiegare – secondo i meccanismi che meglio si descriveranno di seguito – molte scelte politico-criminali populiste e 'onnivore', che negli ultimi decenni hanno concorso alla formazione della c.d. legislazione penale dell'emergenza[25]. Infatti, se si formano mediaticamente irrazionali istanze sociali di repressione penale, la politica tende ad apprestare risposte penali solitamente simboliche, destinate alla rassicurazione sociale e ad attrarre consenso, ma ineffettive o inutili, inidonee ad orientare i consociati[26].

3. L'influenza della rappresentazione mediatica sulle scelte di politica criminale

L'artificiosità della rappresentazione mediatica del rischio criminale, così come empiricamente dimostrata dalle indagini criminologiche, è utile per vagliare anche come questa può incidere sulle scelte legislative, sempre più condizionate dagli attuali metodi di fare politica, soprattutto in seguito al declino dei più netti conflitti ideologici di un tempo[27]. Infatti, essendosi di molto affievolito il c.d. 'voto di appartenenza', le forze politiche hanno la necessità di distinguersi dalle altre e così attrarre un consenso non puramente ideologico. Perciò, i sistemi volti ad attrarre il favore degli elettori – sul modello del c.d. 'partito pigliatutto' – si basano molto sulle analisi del 'mercato' elettorale, orientandosi sempre più verso tecniche paragonabili al marketing[28]. L'archetipo è mutuato da una razionalità tipicamente commerciale, nel senso che le organizzazioni politiche vengono equiparate alle imprese: come queste ultime raggiungono meglio i loro obiettivi ponendo i bisogni dei consumatori all'inizio e non alla conclusione del processo produttivo, così i partiti politici, per attrarre consensi, devono porre i bisogni degli elettori come punto di partenza della formazione dei loro programmi. Il progetto politico di un partito, secondo tale modello, non dovrebbe essere un prodotto ideologicamente preconfezionato, ma un frutto maturato alla luce di indagini sul 'mercato' elettorale.
Il marketing politico sembrerebbe ispirarsi ad un più alto senso di democrazia, perché il legislatore non potrebbe imporre pedagogicamente una sua ideologia, bensì dovrebbe limitarsi a raccogliere le preferenze dei cittadini[29]. La validità di tale conclusione è però subordinata alla correttezza, trasparenza e democraticità dei processi che fanno nascere e sviluppare le idee, le aspettative e le ansie dei cittadini. Si può allora affermare che la democraticità di un tale modello è in buona parte legata inscindibilmente all'obiettività e alla democraticità della comunicazione massiva[30].
Ed invero, posto che il sistema mediatico riesce ad influenzare l'agenda politica, ciò implica che le stesse opzioni politiche saranno assoggettate alla filosofia sottesa al funzionamento della comunicazione di massa[31]. Se tali logiche sono guidate prevalentemente dagli interessi economici, dal profitto, anche i modelli e le idee trasfuse nei programmi politici e nella legislazione penale, saranno improntate indirettamente a ragioni meno democratiche e più economiche[32].
La metodologia del marketing, per conformarsi alla comunicazione massmediatica, si fonda inoltre su una semplificazione massima dei temi e dei dibattiti. La complessità delle questioni e delle relative argomentazioni viene rimossa per lasciare il posto a slogan, ad asserzioni brevi e facilmente comprensibili, in grado di procurare il favore degli elettori[33].
Anche in questo caso potrebbe apparire che le strategie del marketing politico siano più democratiche perché – seguendo una filosofia inclusiva – segnano una comunicazione politica adatta al linguaggio comune dei cittadini[34].
Pure in questo caso, però, il valore di tale conclusione è da verificare alla luce dei rischi connessi ad un semplicismo deleterio, inadeguato a trattare questioni complesse come la politica criminale, destinata a pesare gravemente sulle libertà fondamentali dell'uomo. In quest'ottica, dunque, il marketing politico non sembra di per sé una strategia più democratica, perché – quasi come se la problematicità fosse incompatibile con la democraticità – spinge verso una banalizzazione delle questioni, verso temi di respiro asfittico, sol perché popolari, agevolmente comprensibili e oggetto delle ansie degli elettori mediaticamente condizionate[35]. Un modello maturo di democrazia, invece, non può tollerare l'oscuramento mediatico e l'oblio politico di questioni e argomentazioni di maggiore complessità e serietà[36].
La simbolicità che ha caratterizzato la politica criminale degli ultimi decenni, allora, sembra essere uno dei riflessi del più generale concetto di 'governo simbolico', ove lo scopo del potere è divenuto l'esercizio del potere stesso[37], effetto altresì della difficoltà di circolazione massiva delle più autorevoli e serie idee ispirate ai fondamentali valori di uno Stato sociale di diritto.
Per riepilogare, se, da un lato, la maggiore democraticità del sistema non è di per sé assicurata dal marketing politico, dall'altro, lo stesso marketing sta comunque orientando la c.d. 'risposta pubblica' – pure la legislazione penale – sempre più verso le tendenze 'commerciali' e semplicistiche emergenti dal sistema mediatico[38]. I timori che derivano in generale dall'incidenza del marketing sulla politica[39], ossia della mercificazione e banalizzazione delle idee, sono ancor più gravi con specifico riferimento alla politica criminale, che incide sui beni fondamentali dell'individuo, come la sua libertà e dignità[40]. 'Marketizzare' le idee di politica criminale, in conclusione, può equivalere a strumentalizzare, semplicizzare, mercificare, 'vendere' i tratti più intimi dell'uomo[41].

4. La 'democrazia liquida' mediante internet: i pericoli per una politica criminale legittima

La comunicazione basata sulle nuove tecnologie sta favorendo le speranze di superamento della c.d. democrazia rappresentativa a favore di quella diretta[42]. Si parla di "democrazia liquida" per significare un sistema in cui, mediante software liberi, ogni cittadino ha il potere di scegliere se esercitare i propri diritti politici consistenti nel formulare proposte e nel votarle, oppure se delegarli, anche se in maniera sempre revocabile, così da rendere inutile un meccanismo unitario e periodico di elezione di rappresentanti[43].

---

liani e stranieri, si veda E. Calvanese, *Media e immigrazione tra stereotipi e pregiudizi. La rappresentazione dello straniero nel racconto giornalistico*, Milano, 2011, 115 ss. Il tema è trattato anche da C.A. Paliero, *La maschera e il volto*, cit., 493 ss. Per l'analisi della notevole crescita delle notizie criminali nella stampa inglese, si vedano R. Robert, S. Livingstone, J. Allen, *Casino culture: media and crime in a winner-loser society*, in K. Stenson, R. Sullivan (a cura di), *Crime, risk and justice. The politics of crime control in liberal democracies*, Cullompton, 2001, 174 ss. Per alcune sintetiche osservazioni problematiche sulla differenza tra la criminalità 'effettiva' e quella 'percepita', si veda T. Padovani, *Informazione e giustizia penale: dolenti note*, in *Dir. pen. proc.*, 2008, 690, il quale evidenzia che la presunta disinformazione operata dai media, andrebbe confrontata, per saggiarne l'effettiva consistenza, con la possibile ignoranza statistica dei fenomeni criminali, con eventuali diverse dislocazioni territoriali e gravità dei fatti criminali, e con la 'cifra oscura' dei reati non denunciati.

22 G. Forti, R. Redaelli, *La rappresentazione*, cit., 92 ss. Sulla selezione distorsiva delle notizie in tema di criminalità, si veda pure R. Surette, *Media, Crime, and Criminal Justice. Images, Realities, and Policies*, Belmont, 2007, *passim*. La tendenza trova riscontri anche in altre esperienze, per esempio quella irlandese, per la quale si rinvia a M. O'Connell, *Is Irish Public Opinion towards Crime Distorted by Media Bias?*, in *European Journal of Communication*, 1999, vol. 14, 191 ss., che ha analizzato oltre 2000 articoli e le distorsioni operate dai media ricondotte, tra l'altro, alla propensione a divulgare notizie di crimini gravi anche se infrequenti. Per l'esperienza scozzese si vedano J. Ditton, J. Duffy, *Bias in the Newspaper Reporting of Crime News*, in *The British Journal of Criminology*, vol. 23, 1983, 159 ss. Per quella austrica, J. Gunz, *Kriminalberichterstattung in unseren Tageszeitungen Vergeltung oder Vorbeugung? Eine inhaltsanalytische Dokumentation*, Linz, 1980, 3 ss.; per quella tedesca, H. Kury, *Mass media e criminalità: l'esperienza tedesca*, in G. Forti, M. Bertolino (a cura di), *La televisione del crimine*, cit., 319 ss.

23 Cfr. G. Forti, R. Redaelli, *La rappresentazione*, cit., 140 ss., 158 ss.

24 In tema si veda pure M. Donini, *Il diritto penale di fronte al "nemico"*, in *Cass. pen.*, 2006, 735 ss., che a proposito dell'impossibilità di controllo sull'uso distorto dei mass media, parla di una costruzione giornalistica e/o politica di "mostri", come strumentalizzazione della persona che dà vita a quello che definisce il secondo significato del diritto penale del 'nemico', ossia l'uso strumentale del diritto penale del fatto in funzione simbolico-espressiva e di "lotta" contro il "male" commesso da un tipo normale d'autore. Più recentemente si veda F. Schiaffo, *La creazione della insicurezza in Italia e negli USA: gli esiti istituzionali tra effetti simbolici e disastri reali*, in *Critica dir.*, 2012, 52 ss., in particolare a proposito del "disastro annunciato" della privatizzazione nella gestione della sicurezza pubblica nella legislazione italiana negli anni del boom mediatico della criminalità.

25 In generale, sulle problematiche connesse alla legislazione dell'emergenza, si veda il fondamentale e ormai classico lavoro di S. Moccia, *La perenne emergenza. Tendenze autoritarie nel sistema penale*, Napoli, 1997, *passim*. Più recentemente, sempre S. Moccia, *L'odierna funzione di 'controllo' e "orientamento" della dottrina*, cit., 414, ha parlato di un «globalizzante, 'onnivoro' diritto penale» che manifesta la crisi in cui versa attualmente la legalità penale, formale e dei contenuti. «Le leggi penali sono ormai, troppo spesso, divenute semplicemente delle 'regole scritte', dal contenuto casuale: esse sono, però, collegate, o comunque è possibile che lo siano, anche ad una severa punizione, senza che, tuttavia, dal contenuto del divieto emerga una legittimazione del trattamento sanzionatorio». Secondo M. Donini, *Il volto attuale dell'illecito penale*, Milano, 2004, 55, negli ultimi decenni, in Italia, il 'diritto penale del nemico' è stato chiamato 'diritto penale dell'emergenza'.

26 In tema si veda pure M. Donini, *Il diritto penale di fronte al "nemico"*, in *Cass. pen.*, 2006, 735 ss., che a proposito dell'impossibilità di controllo sull'uso distorto dei mass media, parla di una costruzione giornalistica e/o politica di "mostri", come strumentalizzazione della persona che dà vita a quello che definisce il secondo significato del diritto penale del 'nemico', ossia l'uso strumentale del diritto penale del fatto in funzione simbolico-espressiva e di "lotta" contro il "male" commesso da un tipo normale d'autore. Più recentemente si veda F. Schiaffo, *La creazione della insicurezza in Italia e negli USA: gli esiti istituzionali tra effetti simbolici e disastri reali*, in *Critica dir.*, 2012, 52 ss., in particolare a proposito del "disastro annunciato" della privatizzazione nella gestione della sicurezza pubblica nella legislazione italiana negli anni del boom mediatico della criminalità.

27 In merito all'influenza dei mezzi di comunicazione sull'agenda politica e, in particolare, in riferimento all'indicazione mediatica del fenomeno criminale quale questione permanente della stessa agenda, si veda J.L. Fuentes Osorio, *Los medios de comunicación y el derecho penal*, cit., 16:23 ss.

28 La teoria dei partiti 'pigliatutto' risale a O. Kirchheimer, *The Transformation of the Western European Party System*, in J. La Palombara, M. Weiner (a cura di), *Political Parties and Political Development*, Princeton, 1966, 177 ss., ora in G. Sivini (a cura di), *Sociologia dei partiti politici*, Bologna, 1971, 177 ss., in particolare 192.

29 M. Harrop, *Political marketing*, in *Parliamentary Affairs*, 1990, 277 ss.; M. Scammell, *Designer Politics. How Elections are Won*, Londra, 1995, 298; A. Cattaneo, P. Zanetto, *(E)lezioni di successo*, Milano, 2001, 13.

30 Per alcune critiche al *marketing* politico ispirate a modelli democratici, si vedano B. Franklin, *Packaging Politics. Political Communications in Britain's Media Democracy*, Londra, 2004; K.H. Jamieson, *Dirty politics. Deception, distraction, and democracy*, New York - Oxford, 1992.

31 Secondo T.H. Qualter, *Opinion Control in the Democracies*, Londra, 1985, 138, il *marketing* riduce la politica a immagini commercializzabili.

32 Nella letteratura italiana, per il rapporto tra democrazia e *marketing* politico, si veda L. Mori, *Il marketing politico e il consenso in democrazia*, in *Iride*, 2011, 563 ss.; Id., *Procedure democratiche, legittimazione e consenso nell'età del marketing politico: considerazioni filosofico-politiche*, in *Dir. e quest. pubbl.*, 2012, 711 ss. F. Palazzo, *Mezzi di comunicazione*, cit., 203, a proposito delle leggi del mercato che regolano ferreamente la rappresentazione del fenomeno criminale, parla di «una deriva *metodologicamente* antidemocratica».

33 Si tratta di scorciatoie informative «che fungono da sostituti di "seconda scelta" di altri tipi di dati, più inaccessibili» cfr. S. Popkin, M. Dimock, *La conoscenza dei cittadini, le scorciatoie informative ed il ragionamento politico*, in S. Bentivegna (a cura di), *Comunicare politica nel sistema dei media*, Genova, 1996, 182.

34 M. Harrop, *Political marketing*, cit.; M. Scammell, *Designer Politics*, cit.

35 Sulle forti perplessità relative all'eccessiva semplificazione del linguaggio politico e dell'informazione, con ovvie ricadute sulla correttezza delle scelte elettorali, si veda E. Caniglia, *Berlusoni*, cit., 191 ss.

36 G. Smith, J. Saunders, *The application of marketing to British politics*, in *Journal of Marketing Management*, 1990, V, 295 ss.

37 Cfr. N. O'Shaughnessy, *Il marketing del marketing politico: un ossimoro?*, in A. Mellone, B.I. Newman (a cura di), *L'apparenza e l'appartenenza. Teorie del marketing politico*, Soveria Mannelli, 2004, 232.

38 Se la scienza sociale non è concorde sulla natura e l'ampiezza del potere dei mass media, non essendo facile distinguere la loro influenza da quella dell'educazione, della religione, ecc., tutti però concordano sull'influenza che i mass media hanno sull'agenda politica; cfr. P. Butler, N. Collins, *Il marketing politico tra prodotto e processo*, in A. Mellone, B.I. Newman (a cura di), *L'apparenza*, cit., 98 ss. Per le intime implicazioni tra *marketing* politico e mass media, distinti in *free* e *paid media*, si rinvia a M. Scammel, *Cosa insegna il marketing alla scienza politica*, ivi, 39; D. Wring, *Le teorie del marketing politico*, ivi, 121 ss.; N. O'Shaughnessy, *Il marketing del marketing politico: un ossimoro?*, ivi, 228 ss.

39 Restringimento dell'agenda pubblica, impegno di messaggi mediatici anziché di argomentazioni, esaurimento del 'coraggio' politico, ecc. Cfr. M. Scammel, *Cosa insegna*, cit., 57; P. Butler, N. Collins, *Il marketing politico*, cit., 85 ss.

40 Per alcune considerazioni sull'alterazione del circuito democratico derivante dalle rappresentazioni mediatiche distorte, in particolare delle vicende processuali, si veda G. Giostra, *Processo penale*, cit., 66. Sulla spettacolarizzazione del processo si veda R. Canestrari, *Reazioni psicologiche differenziali e spettacolarizzazione del processo*, in F. Galgano (a cura), *Quaderni dell'avvocatura*, Padova, 1995, 52 ss.

41 Si veda a S. Moccia, *L'odierna funzione di 'controllo' e "orientamento" della dottrina*, cit., 411, secondo il quale «l'orientamento attuale ai flussi emotivi dei consociati o di *lobbies*, anche per demagogiche finalità elettorali, spinge il legislatore – o chi per esso – ad esaudire i desideri di criminalizzazione, al di là di parametri di effettiva meritevolezza di pena di talune condotte».

42 Sul tema recentemente si vedano R. De Rosa, *Cittadini digitali. L'agire politico al tempo dei social media*, Santarcangelo di Romagna, 2014, *passim*; A. Putini, *Al di là di Internet: fra recupero e dissoluzione della democrazia*, in *Sociologia*, 2013, 42 ss.

43 Per una più esaustiva definizione di 'democrazia liquida' si rinvia a M. Bernabè, S. Marcolini, A. Rostello, *Democrazia nunciativa. Un sistema solido per società liquide*, Roma, 2013, 13 ss. Gli Autori, in relazione ai programmi informatici liberi che potrebbero consentire l'esercizio del voto delegato, fanno l'esempio di quello attualmente più conosciuto: "LiquidFeedback", piattaforma utilizzata dal c.d. Partito pirata. Sulla "democrazia liquida" e il Partito pirata, si rinvia pure a R. De Rosa, *Cittadini digitali*, cit., 105 ss.

I new media stanno perciò incoraggiando la convinzione che il miglior governante sarebbe da individuare nell'opinione pubblica. Attraverso la sua struttura dialogica, internet consentirebbe una controrivoluzione in grado di cambiare i meccanismi democratici, permettendo il superamento della crisi di rappresentatività della politica mediante il potere conferito ad ogni cittadino di manifestare frequentemente le proprie preferenze grazie a una sorta di metodo referendario permanente[44]. Il tema è di particolare attualità soprattutto in seguito alle affermazioni, e anche alle iniziative politico-criminali, di organizzazioni che hanno fondato su internet la propria filosofia volta ad una partecipazione diretta degli elettori alle decisioni, eliminando la mediazione degli eletti[45].
L'idea è quella antica dell'agorà, che oggi, però, sarebbe realizzabile virtualmente mediante le tecnologie interattive, in grado di rendere i cittadini sempre ben informati e capaci di orientare le scelte pubbliche senza la mediazione di politici di professione. A differenza dei media tradizionali, la dialogicità di internet – ossia la sua natura bidirezionale che consente lo scambio di informazioni – è considerata il principale presupposto della sua vocazione spiccatamente democratica. Tale caratteristica tecnologica, in effetti, costituisce una grande novità rispetto alla stampa, alla radio o alla televisione, che non consentono agli utenti di 'dialogare' direttamente. Questa pur fondamentale qualità di internet, d'altronde, di per sé non sembra sufficiente ad assicurare la democraticità di un sistema politico, e una conclusione opposta verosimilmente si rivela un mito. Infatti, le nuove tecnologie, da un lato, possono anche prestarsi ad un uso distorto come, a titolo esemplificativo, quello di legittimare volontà autoritarie mediante la ratifica di decisioni dispotiche; dall'altro, internet non può da solo sostituire del tutto i tradizionali processi democratici tipici del conflitto socio-politico, ma semmai può arricchirli, costituendo, con le dovute garanzie, un valido ausilio in grado di migliorare il grado di democraticità di un sistema[46].
I problemi che pongono i new media, per un verso, sono analoghi a quelli della comunicazione massiva tradizionale, collegati alla logica del tornaconto economico e alle vecchie o nuove lobbies che ne condizionano le strategie[47]. Per un altro verso i nuovi mezzi di comunicazione massiva presentano problematiche ulteriori, derivanti dall'enormità e dalla frequente scarsa qualità delle informazioni pubblicate nel web. Anche e proprio a causa di tale mole esorbitante e del caos divulgativo che ne deriva, i new media difficilmente riescono ad infondere nei cittadini una migliore conoscenza delle questioni socio-politiche[48].
La rivoluzione annunciata della 'democrazia liquida' interattiva, ancora una volta, sembra prevalentemente simbolica. Almeno al momento, infatti, non può condividersi l'opinione, a mo' di slogan, secondo cui i problemi della democrazia potrebbero essere risolti d'emblée con l'uso di internet. Ciò per varie ragioni: in primo luogo, ancora non tutti accedono alle nuove tecnologie e anche chi vi ha accesso non sempre riesce in un uso pienamente efficace, che invece richiede una dimestichezza informatica posseduta solo da una minoranza. Inoltre, ad oggi la prevalenza dei contenuti del web è gestita da un novero ristretto di 'emittenti', pur sempre secondo logiche di mercato, con le note implicazioni antidemocratiche. Infine, il caos informativo derivante dalla vastità dei contenuti pubblicati, nella sostanza, equivale a disinformazione[49].
Recentemente, anche tra i promotori dell'uso di internet quale indispensabile strumento migliorativo della democraticità di un sistema, si sono sviluppate critiche alle forme della c.d. 'democrazia liquida', in ragione dell'inopportunità di conferire ai cittadini la possibilità di votare direttamente proposte di legge, in quanto ciò presupporrebbe un bagaglio enorme di conoscenze, che i cittadini non hanno. È stato così proposto un diverso modello di democrazia, detta 'nunciativa', pur sempre basato sull'utilizzo dei nuovi mezzi di comunicazione tecnologica. Questa idea, ferma restando la necessità delle istituzioni parlamentari, implica sempre l'abbandono della democrazia rappresentativa classicamente intesa (ossia senza il vincolo del mandato), ma a favore di un sistema in cui gli eletti abbiano esclusivamente il compito di tradurre in legge, nella maniera più fedele, la volontà dei rappresentati. L'eletto, considerato una sorta di semplice nuncius, dovrebbe perciò essere un rappresentante perfetto, ogni volta capace di esprimere il volere della maggioranza dei suoi elettori. Ciò, d'altronde, presuppone la possibilità da parte dell'eletto di conoscere con chiarezza questa volontà, condizione che oggi potrebbe essere realizzata mediante l'impiego delle nuove tecnologie, in particolare di una piattaforma informatica in grado di garantire ampia partecipazione popolare alle scelte politiche e, più specificamente, un rapporto diretto e un controllo dell'elettore sull'eletto[50].
Questo modello abbandona l'idea utopica della 'democrazia liquida' fondata sul potere diretto dei cittadini di fare le leggi, per muoversi verso un vincolo di mandato parlamentare nel quale gli elettori dovrebbero avere il potere, da esercitare mediante la tecnologia informatica, di imporre ai propri rappresentanti gli "obiettivi di massima" da perseguire, nonché di stimolare e controllare la realizzazione di tali obiettivi. A prescindere dalle classiche riserve sull'idea rousseauiana del mandato imperativo[51], il modello della 'democrazia nunciativa', benché costituisca un'interessante sforzo di utilizzo democratico di internet, sembra però non superare le questioni, poste prima, relative alla precondizione del 'come' i cittadini si formeranno le idee intorno agli "obiettivi di massima" da perseguire[52]. Se ciò avverrà pur sempre nella maniera descritta in precedenza, attraverso filtri massmediali in grado di mercificare, banalizzare e distorcere i messaggi, allora – rimanendo alla politica criminale – l'unico argine contro possibili spinte demagogiche, repressive, emotive e irrazionali, resta un legislatore 'illuminato', non 'marketizzato', senza vincolo di mandato.
Oggi, del resto, non è possibile ignorare gli impulsi verso un utilizzo democratico di internet e un atteggiamento fobico verso le nuove tecnologie costituirebbe il segno stantio di una miope politica retriva. Bisogna, invece, riconoscere il potenziale democratico dei new media, non come la panacea per tutti i difetti della democrazia, ma come un utile strumento, con le dovute garanzie, per conferire quanto più è possibile la sovranità ai cittadini. Ciò, però, non deve obliterare la consapevolezza che il fulcro della democrazia risiede non solo e non tanto nel momento del voto, ma prima di tutto nella partecipazione alla discussione che richiede una corretta informazione sulle questioni socio-politiche. Orbene, partendo da questo presupposto, le problematiche di democraticità si pongono in maniera analoga sia per i mezzi di comunicazione tradizionali, sia per quelli che utilizzano le nuove tecnologie interattive. In ambo i casi la difficoltà da superare è in primis sempre quella dell'equilibrata e corretta formazione e informazione dei cittadini, che, d'altronde, relativamente a internet sembra a tratti più spinosa, sia per la più marcata globalità della sua essenza, sia per la carenza di regole di garanzia, sia per il caos informativo che ne deriva.
Il principio di legalità penale e la legittimazione democratica del legislatore dovrebbero tendere a garantire rappresentatività, razionalità ed estrema prudenza nel ricorso alla sanzione punitiva[53]. Se tali caratteri del sistema penale sono stati da decenni in buona parte compromessi dalla c.d. legislazione dell'emergenza, lo potrebbero essere ancor di più mediante un impiego avventato di internet. Infatti, un uso politico della capacità dialogica di internet (come, ad esempio, i referendum istantanei, o i sondaggi di marketing politico, o il voto di proposte da trasferire in Parlamento), se non accompagnato da un coacervo di garanzie di reale democraticità dell'apparato mediatico, sembra allo stato poco compatibile con un sistema penale veramente improntato all'extrema ratio[54]. Gli interessi economici sottesi alla rete, il caos informativo del web, l'esiguità di coloro che hanno adeguate conoscenze informatiche, verosimilmente dirigeranno i cittadini verso reazioni emotive, manipolate, poco rappresentative, irrazionali, repressive. Reazioni che, secondo i descritti processi di marketing politico, possono concretamente influenzare alcune scelte di politica criminale[55].
L'interattività, dunque, se non accompagnata da talune garanzie, potrebbe alimentare derive plebiscitarie, secondo un modello caricaturale di democrazia diretta, ove si annulla l'argomentazione e il confronto pubblico, a favore di una decisionalità illusoria fondata sulla tirannia di una maggioranza inesistente o mediaticamente strumentalizzata[56]. Il sistema mediatico nel suo complesso, a fortiori considerando gli ulteriori pericoli derivanti da internet, sembra perciò insidiare le basi della legalità penale-costituzionale, sotto più profili: una democraticità solo apparente delle scelte mediatiche che influenzano pesantemente e delegittimano la politica criminale[57]; una conseguente legislazione che sovente di fatto mercifica la persona, sacrificandola agli interessi del sistema mediatico secondo logiche di 'esclusione' delle 'classi pericolose' contrarie alle fondamentali garanzie di uno Stato sociale di diritto[58]; una legislazione, ancora, che nel tentativo di rincorrere l'opinione pubblica mediatizzata, affastella norme in un sistema sempre più irrazionale, sproporzionato, caotico e, dunque, in contrasto con le esigenze di extrema ratio del diritto penale.

5. Un'auspicabile Bildung politico-criminale e il ruolo della cultura giuspenalistica

Se, da un lato, è indubbio che in un modello democratico il controllo delle istituzioni non possa essere prerogativa di un'élite illuminata a prescindere dalla sua rappresentatività popolare, ma vada esteso in qualche modo – sia pur indirettamente – a tutti i cittadini; dall'altro lato, è altrettanto evidente che i cittadini, affinché le istituzioni abbiano maggiori chance di operare correttamente, dovrebbero possedere una competenza politica, intesa come consapevolezza del 'bene pubblico' e delle questioni lato sensu politiche[59]. Tale consapevolezza, è noto, si consegue attraverso le agenzie formative, tra le quali un ruolo determinante è svolto dai mezzi di comunicazione e oggi in

---

44 A.L. Shapiro, *The Control Revolution. How the Internet is Putting Individuals in Charge and Changing the World We Know*, New York, 1999, *passim*.

45 Il riferimento è in primo luogo all'affermazione elettorale che in Italia ha avuto il Movimento 5 Stelle. In tema, recentemente, si veda A. Floridia, R. Vignati, *Deliberativa, diretta o partecipativa: quale democrazia per il Movimento 5 stelle?*, relazione presentata al Convegno annuale della Società italiana di scienza politica, tenutosi a Firenze dal 12 al 14 settembre 2013. Secondo gli Autori, nelle idee del Movimento si mescolano, generando più di una contraddizione, tre diverse sfide alla democrazia rappresentativa: una riformatrice (attraverso strumenti di democrazia diretta, come referendum e petizioni, in un quadro che conserva la centralità del Parlamento); una utopica (superamento della democrazia rappresentativa a mezzo degli strumenti informatici); e una sfida plebiscitaria (uso del web e delle piazze). In senso critico pure M. Bernabè, S. Marcolini, A. Rostello, *Democrazia nunciativa*, cit., 17 ss., secondo cui il «"Movimento 5 Stelle" è la prosecuzione del vecchio con nuove forme». In argomento si veda ancora F. Fornaro, *Un non-partito: il Movimento 5 stelle*, in *il Mulino*, 2012, 253 ss. I parlamentari del M5S hanno presentato numerosi disegni di legge di politica-criminale: in tema di scambio elettorale politico-mafioso, di prevenzione e contrasto della corruzione, di riciclaggio, auto-riciclaggio e detenzione di attività finanziarie all'estero, di reati societari, tributari e fallimentari, di divieto dello svolgimento di propaganda elettorale a carico delle persone appartenenti ad associazioni mafiose e sottoposte alla misura di prevenzione della sorveglianza speciale di pubblica sicurezza. La c.d. 'emergenza democratica', del resto, e la montante protesta che reclama nuove forme di democrazia diretta, riguardano anche il resto dell'Europa e dell'Occidente, come dimostra il successo, almeno comunicativo, di movimenti come quelli degli *Indignados*, di *Occupy* e del c.d. Partito pirata.

46 Il tema dei rapporti tra democrazia e nuove tecnologie comunicative è oggetto di vasta letteratura. In questa sede si limita il rinvio ad alcuni lavori principali: S. Rodotà, *Tecnopolitica. La democrazia e le nuove tecnologie della comunicazione*, Roma-Bari, 1997; P. Lévy, *L'intelligenza collettiva. Per un'antropologia del cyberspazio*, trad. it. di D. Feroldi, M. Colò, Milnao, 2002; Id., *Cyberdemocrazia. Saggio di filosofia politica*, a cura di G. Bianco, Milano, 2008; D. de Kerckhove, A. Tursi (a cura di), *Dopo la democrazia? Il potere e la sfera pubblica nell'epoca delle reti*, Milano, 2006; D. Pittèri, *Democrazia elettronica*, Roma, 2007. Più recentemente L. Corchia, *La democrazia nell'era di internet. Per una politica dell'intelligenza collettiva*, Firenze, 2011.

47 S. Lombardini, *Accelerare non è fare*, in J. Acobelli (a cura di), *Politica e internet*, Soveria Mannelli, 2001, 62; G.O. Longo, *Un rapporto problematico*, ivi, 70, che parla di una rete fortemente identificata col mercato, di cui esalta la dimensione antidemocratica del denaro.

48 U. Eco, *Costruire il nemico e altri scritti occasionali*, cit., nel capitolo *Veline e silenzio* afferma: «Internet, naturalmente, rappresenta, senza intento di censura, il massimo del rumore mediante il quale non si riceve nessuna informazione. Ovvero: primo, se si riceve qualche informazione non si sa se è attendibile; secondo, provate a cercare una informazione su Internet: solo noi, uomini di studio, lavorandoci dieci minuti, cominciamo a filtrare e trovare il dato che ci interessa. Tutti gli altri utenti sono fissati su un blog, su un porno specifico ecc., ma mica navigano poi troppo, perché navigare non permette di raccogliere un'informazione attendibile». Si rinvia pure a S. Lombardini, *Accelerare non è fare*, cit., 64 ss.

49 R. Davis, *The Web of Politics. The Internets Impact on the American Political System*, 1999, *passim*; G. Mazzoleni, *Una rivoluzione 'simbolica'*, in J. Acobelli (a cura di), *Politica e internet*, cit., 80 ss.

50 Il modello è proposto da M. Bernabè, S. Marcolini, A. Rostello, *Democrazia nunciativa*, cit., *passim*.

51 Gli argomenti a favore dell'idea che lascia al rappresentante un consistente spazio di autonomia, infatti, tradizionalmente sono fondati sia su ragioni di principio, sia di natura tecnica. Per quanto concerne le prime, la libertà di mandato è considerata connessa all'idea di 'bene comune' in base alla quale sono da respingere tutti quegli strumenti capaci di favorire interessi particolari nella sfera pubblica. Sul piano tecnico, invece, il vincolo di mandato troverebbe un ostacolo nell'inquadramento istituzionale del Parlamento, in quanto sarebbe un meccanismo in grado di limitarne o bloccarne il funzionamento. Sul tema in generale si vedano, tra i lavori monografici più recenti, F. Girelli, *Insindacabilità parlamentare e divieto di mandato imperativo*, Torino, 2007, *passim*; R. Scarciglia, *Il divieto di mandato imperativo. Contributo a uno studio di diritto comparato*, Padova, 2005, *passim*. Sulle ragioni teoriche del divieto di mandato imperativo, meno recentemente, si veda l'importante, sia pur breve, scritto di E. Burke, *No al mandato imperativo*, in D. Fisichella (a cura), *La rappresentanza politica*, Milano, 1983, 66 ss.; nonché il più corposo lavoro di N. Zanon, *Il libero mandato parlamentare. Saggio critico sull'articolo 67 della Costituzione*, Milano, 1991, *passim*., spec. 87 ss.

52 Sulle libertà civili come precondizione dell'esercizio dei diritti di partecipazione, si veda A. Pace, *Problematica delle libertà costituzionali. Parte generale. Introduzione allo studio dei diritti costituzionali*, Padova, 2003, 21 ss.

53 Per tutti, G. Fiandaca, *Legalità penale e democrazia*, in *Quaderni fiorentini*, 2007, 1251; G. De Vero, *Corso di diritto penale*, Torino, 2012, 243.

54 Secondo P. Ceri, *Promesse e realtà della teledemocrazia*, in P. Fantozzi (a cura di), *Politica, istituzioni e sviluppo*, Soveria Mannelli, 2001, 98, più che di trasferimento di potere ai cittadini, si tratta di occultamento dello stesso, in quanto – anche escludendo l'uso di collaudate tecniche distorsive, psicologiche o statistiche –, il trasferimento è illusorio perché la partecipazione è soggetta a manipolazioni e a deresponsabilizzazione, e le risposte, quando non sono meri effetti di 'trascinamento', in genere sono reazioni a vicende emotive del giorno.

55 M. Artusi, A. Maurizzi, *Le nuove frontiere del marketing politico. Internet come strumento di costruzione e gestione del consenso*, in *Mercati e competitività*, 2010, 75 ss., pensano ad internet come strumento di coinvolgimento di persone attorno ad un movimento o idea politica attraverso le tecniche del *marketing*.

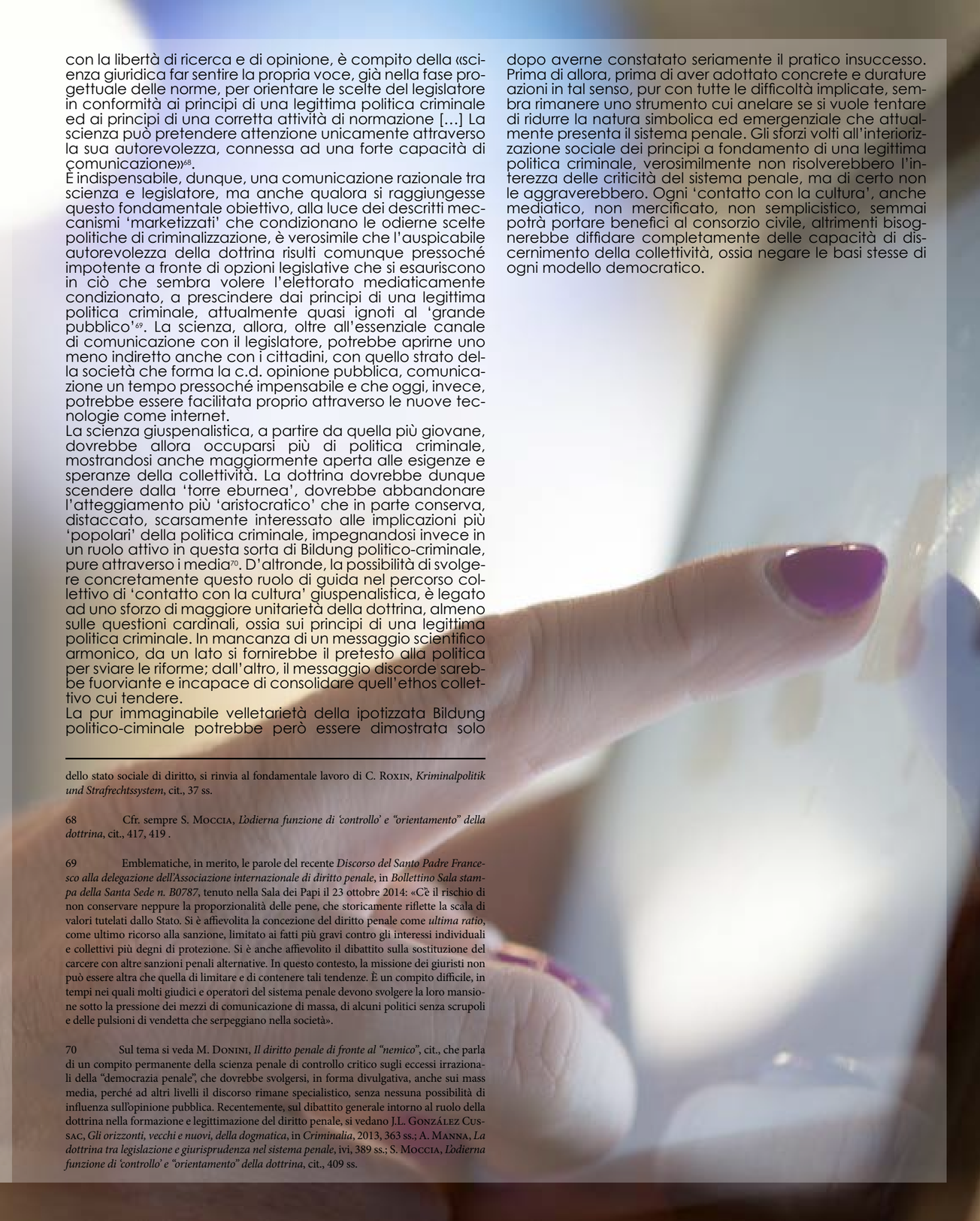
56 N. Rangeri, *Il rischio della democrazia diretta*, in J. Acobelli (a cura di), *Politica e internet*, cit., 116; D. Pittèri, *Democrazia elettronica*, cit.; P. Ceri, *Promesse e realtà della teledemocrazia*, cit., 98.

57 Sulle implicazioni della democraticità del sistema mediatico su quella del sistema penale, si vedano le fondamentali osservazioni di F. Palazzo, *Mezzi di comunicazione*, cit., 200 ss.

58 C.E. Paliero, *La maschera e il volto*, cit., 536-537.

59 Su questi temi si veda R.A. Dahl, *The Problem of Civic Competence*, in *Journal of Democracy*, 1992, 45 ss., ora in Id., *Politica e virtù. La teoria democratica nel nuovo secolo*, a cura di S. Fabbrini, Roma - Bari, 2001, 134 ss., il quale definisce anche il concetto di bene pubblico, secondo una visione classica (bene generale) e una più attuale e coerente con l'individualismo moderno (aggregazione degli interessi individuali).

particolare da internet[60].
È difficilmente discutibile, dunque, che i processi democratici operano più adeguatamente solo se buona parte degli elettori gode di alcuni livelli minimi di conoscenza. Tali standard – sempre più faticosi da raggiungere man mano che aumenta il livello delle difficoltà delle questioni pubbliche – non sono tanto quantitativi, ma anzitutto qualitativi. Una maggiore competenza dei cittadini, perciò, non è legata di per sé ad una maggiore informazione. Anzi, come accade per i new media, l'eccesso di informazioni, di fatto, impedisce la formazione di un'adeguata conoscenza dei fenomeni. L'affastellamento di innumerevoli notizie, a prescindere dallo loro possibile manipolazione, rende la collettività satura di informazione, ma povera di conoscenza, assuefatta, distratta, incapace all'esercizio di vero senso critico[61].
La constatazione delle lacune e perversioni del sistema penal-mediatico, non esime dal propugnare la necessità di uno sforzo verso la maturazione di tale sistema e dal suggerirne possibili modalità. Si potrebbe auspicare una sorta di Bildung o paideia politico-criminale adeguata alle esigenze democratiche e massmediali postmoderne, nel tentativo, molto ambizioso, di tracciare il contenuto ontologico dei livelli minimi di conoscenza dei cittadini, come interiorizzazione di quei valori fondamentali costituenti l'ethos della società civile. Tale conoscenza potrebbe essere veicolata, nei limiti della compatibilità, anche avvalendosi della comunicazione massiva[62]. Naturalmente non nel senso di 'pedagogia di Stato' attraverso strumenti coattivi di controllo dei mass media, ma nel senso di Bildung come 'contatto con la cultura', come 'formazione umana', estrinsecazione di libertà, attraverso un processo continuo che impegna l'uomo a realizzare se stesso in quanto soggetto autonomo nella dimensione della vita associata, in cui l'individuo afferma la propria natura, essenzialmente sociale e politica. Dunque, una formazione continua dell'uomo che si avvicina progressivamente alla cultura e, di fronte ad essa, non ha un atteggiamento passivo, bensì volto a porre problemi, sviluppando l'intelligenza attraverso il dubbio[63].
L'esigenza di questa sorta di Bildung politico-criminale è tanto più avvertita quanto più si constata che, attualmente, la generalità dei consociati non entra affatto in contatto con la cultura giuspenalistica e criminologica, ma, attraverso i mass media, esclusivamente con le descritte visioni semplicistiche e 'mercificate' del fenomeno criminale. Il modello a cui ispirarsi in questa paideia politico-criminale dovrebbe essere conforme ai principi di una legittima politica criminale di uno Stato sociale di diritto, orientato verso una logica 'inclusiva' che privilegia garanzie e diritti, e non 'esclusiva' che invece attualmente sembra qualificare la rappresentazione mediatica del fenomeno criminale[64]. Un modello, insomma, di una 'società aperta' in cui «la libertà degli individui, la non-violenza, la protezione delle minoranze, la difesa dei deboli sono valori importanti»[65].
Non essendo possibile immaginare cittadini onniscienti, questa Bildung chiaramente non potrebbe spingersi verso i concetti più complicati e raffinati, ma al più dovrebbe mantenersi, attraverso metodi comunicativi semplificati, sul piano valoriale dei principi di una legittima politica criminale che costituiscono la struttura portante dei moderni sistemi penali occidentali. La finalità, insomma, dovrebbe essere quella di trasmettere ai cittadini gli strumenti culturali minimi per consentire una lettura consapevole del fenomeno criminale, per conoscere i presupposti essenziali di legittimità delle scelte legislative di penalizzazione, per consentire una basilare analisi critica delle tendenze giudiziarie. Tale processo necessiterebbe di molto tempo, quello occorrente affinché tali principi e valori siano maturati, 'digeriti', interiorizzati dalla collettività al punto da ridurre le spinte più emotive, irrazionali e repressive che attualmente caratterizzano il sistema penal-mediatico.
L'idea probabilmente può apparire ingenuamente utopica, irrealizzabile se paragonata alla concretezza della realtà. Ma tale conclusione forse trascura la capacità, l'intelligenza collettiva se posta a 'contatto con la cultura', cosa che attualmente non ha luogo. Del resto, fino a quando i principi di una legittima politica democratica non verranno interiorizzati nell'ethos della società, di fatto i meccanismi democratici non potranno funzionare del tutto correttamente e permarranno sempre conflitti più o meno latenti tra opinione pubblica, mass media, politica, magistratura, scienza.
L'acquisizione di questo ethos politico-criminale, peraltro, è evidente che incontra degli ostacoli difficili da superare. In primis nel sistema mediatico, in quanto è evidente che una Bildung rivolta ai principi e valori non ha la capacità seduttiva di quelle informazioni che sollecitano più direttamente le corde emotive del pubblico. Ciò implica che i mass media dovrebbero abbandonare, almeno in parte, l'agenda setting incentrata esclusivamente sulla commerciabilità delle informazioni, per aprirsi, mediante operatori dell'informazione dotati di un'attrezzatura culturale adeguata, ad una lettura del fenomeno criminale più critica e meno sensazionalistica.
Gli ostacoli che si incontrano nel sistema politico, invece, sono legati alla 'marketizzazione' delle scelte. L'esercizio della politica, infatti, dovrebbe estrinsecarsi in un effettivo e alto confronto culturale e nell'adottare delle decisioni, a volte a primo acchito impopolari, ma ispirate a opzioni ideologiche/valoriali di fondo in grado anch'esse di svolgere un ruolo pedagogico. In ciò, il mondo politico dovrebbe aprirsi maggiormente alla cultura penalistica e criminologica, accettandone almeno quei risultati consolidati da decenni di univoche ricerche[66]. Tra i compiti del giurista, infatti, accanto a quelli più tradizionali dell'interpretazione delle norme, dell'astrazione dommatica e della sistematizzazione, vi sono anche quelli relativi alla politica criminale e alla riforma legislativa[67]. In ragione di ciò, coerentemente con la libertà di ricerca e di opinione, è compito della «scienza giuridica far sentire la propria voce, già nella fase progettuale delle norme, per orientare le scelte del legislatore in conformità ai principi di una legittima politica criminale ed ai principi di una corretta attività di normazione […] La scienza può pretendere attenzione unicamente attraverso la sua autorevolezza, connessa ad una forte capacità di comunicazione»[68].
È indispensabile, dunque, una comunicazione razionale tra scienza e legislatore, ma anche qualora si raggiungesse questo fondamentale obiettivo, alla luce dei descritti meccanismi 'marketizzati' che condizionano le odierne scelte politiche di criminalizzazione, è verosimile che l'auspicabile autorevolezza della dottrina risulti comunque pressoché impotente a fronte di opzioni legislative che si esauriscono in ciò che sembra volere l'elettorato mediaticamente condizionato, a prescindere dai principi di una legittima politica criminale, attualmente quasi ignoti al 'grande pubblico'[69]. La scienza, allora, oltre all'essenziale canale di comunicazione con il legislatore, potrebbe aprirne uno meno indiretto anche con i cittadini, con quello strato della società che forma la c.d. opinione pubblica, comunicazione un tempo pressoché impensabile e che oggi, invece, potrebbe essere facilitata proprio attraverso le nuove tecnologie come internet.
La scienza giuspenalistica, a partire da quella più giovane, dovrebbe allora occuparsi più di politica criminale, mostrandosi anche maggiormente aperta alle esigenze e speranze della collettività. La dottrina dovrebbe dunque scendere dalla 'torre eburnea', dovrebbe abbandonare l'atteggiamento più 'aristocratico' che in parte conserva, distaccato, scarsamente interessato alle implicazioni più 'popolari' della politica criminale, impegnandosi invece in un ruolo attivo in questa sorta di Bildung politico-criminale, pure attraverso i media[70]. D'altronde, la possibilità di svolgere concretamente questo ruolo di guida nel percorso collettivo di 'contatto con la cultura' giuspenalistica, è legato ad uno sforzo di maggiore unitarietà della dottrina, almeno sulle questioni cardinali, ossia sui principi di una legittima politica criminale. In mancanza di un messaggio scientifico armonico, da un lato si fornirebbe il pretesto alla politica per sviare le riforme; dall'altro, il messaggio discorde sarebbe fuorviante e incapace di consolidare quell'ethos collettivo cui tendere.
La pur immaginabile velletarietà della ipotizzata Bildung politico-criminale potrebbe però essere dimostrata solo dopo averne constatato seriamente il pratico insuccesso. Prima di allora, prima di aver adottato concrete e durature azioni in tal senso, pur con tutte le difficoltà implicate, sembra rimanere uno strumento cui anelare se si vuole tentare di ridurre la natura simbolica ed emergenziale che attualmente presenta il sistema penale. Gli sforzi volti all'interiorizzazione sociale dei principi a fondamento di una legittima politica criminale, verosimilmente non risolverebbero l'interezza delle criticità del sistema penale, ma di certo non le aggraverebbero. Ogni 'contatto con la cultura', anche mediatico, non mercificato, non semplicistico, semmai potrà portare benefici al consorzio civile, altrimenti bisognerebbe diffidare completamente delle capacità di discernimento della collettività, ossia negare le basi stesse di ogni modello democratico.



60 «L'educazione consiste principalmente nella trasmissione per mezzo della comunicazione», cfr. J. Dewey, *Democrazia e educazione* (1916), Firenze, 2000, 12.

61 G. Giostra, *Processo penale*, cit., 64.

62 Sulla dimensione educativa dei media, recentemente si veda P. Aroldi, *La responsabilità difficile. Media e discernimento*, Soveria Mannelli, 2012, 101 ss..

63 Per un'esauriente analisi del concetto di *Bildung* e delle sue rielaborazioni, si veda F. Cambi, *I grandi modelli della formazione*, in F. Cambi, E. Frauenfelder (a cura), *La formazione. Studi di pedagogia critica*, Milano, 1994, 63 ss.

64 C.A. Paliero, *La maschera e il volto*, cit., 536-537.

65 K. Popper, *Il futuro è aperto*, Milano, 1989, 176.

66 Sul rapporto tra scienza penalistica e politica, la letteratura è vasta. Tra i tanti, si vedano, in vario senso, C. Roxin, *Kriminalpolitik und Strafrechtssystem*, Berlino, 1970, trad. it. *Politica criminale e sistema del diritto penale*, a cura di S. Moccia, Napoli, 1998; G. Vassalli, *Politica criminale e sistema penale*, ne *Il Tommaso Natale*, 1978, *Scritti in memoria di Girolamo Bellavista*, vol. II, 999 ss.; S. Moccia, *Politica criminale e riforma del sistema penale. L'Alternativ-Entwurf e l'esempio della Repubblica federale tedesca*, Napoli, 1984; F. Bricola, *Rapporti tra dogmatica e politica criminale*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 1988, 3 ss.; F. Palazzo, *Scienza penale e produzione legislativa: paradossi e contraddizioni di un rapporto problematico*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 1997, 693 ss.; M. Donini, *Metodo democratico e metodo scientifico nel rapporto fra diritto penale e politica*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2001, 27 ss.; più recentemente, Id., *Democrazia e scienza penale nell'Italia di oggi: un rapporto possibile?*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2010, 1067 ss.; F. Palazzo, *"Requiem" per il codice penale? (Scienza penale e politica dinanzi alla ricodificazione)*, in *Cass. pen.*, 2011, 4064 ss.

67 Si veda S. Moccia, *L'odierna funzione di 'controllo' e "orientamento" della dottrina*, cit., 415, il quale, tra l'altro, ha evidenziato la necessità di una robusta interazione tra politica criminale e dommatica, in maniera tale che la funzione della scienza penalistica si rivolga legittimamente anche, appunto, alla politica criminale e alla legislazione. Il dogmatismo meramente tecnicistico, secondo lo stesso Autore, finisce invece per assecondare scelte illiberali, allorché dà la stura a giustificazioni teoriche volte ad escludere le problematiche di politica criminale dalla teoria del sistema penale. Per l'esigenza della costruzione di un sistema penale che assuma come principi di riferimento i valori politico criminali di derivazione liberal-solidaristica, sovente normativizzati nelle Costituzioni orientate ai principi dello stato sociale di diritto, si rinvia al fondamentale lavoro di C. Roxin, *Kriminalpolitik und Strafrechtssystem*, cit., 37 ss.

68 Cfr. sempre S. Moccia, *L'odierna funzione di 'controllo' e "orientamento" della dottrina*, cit., 417, 419 .

69 Emblematiche, in merito, le parole del recente *Discorso del Santo Padre Francesco alla delegazione dell'Associazione internazionale di diritto penale*, in *Bollettino Sala stampa della Santa Sede n. B0787*, tenuto nella Sala dei Papi il 23 ottobre 2014: «C'è il rischio di non conservare neppure la proporzionalità delle pene, che storicamente riflette la scala di valori tutelati dallo Stato. Si è affievolita la concezione del diritto penale come *ultima ratio*, come ultimo ricorso alla sanzione, limitato ai fatti più gravi contro gli interessi individuali e collettivi più degni di protezione. Si è anche affievolito il dibattito sulla sostituzione del carcere con altre sanzioni penali alternative. In questo contesto, la missione dei giuristi non può essere altra che quella di limitare e di contenere tali tendenze. È un compito difficile, in tempi nei quali molti giudici e operatori del sistema penale devono svolgere la loro mansione sotto la pressione dei mezzi di comunicazione di massa, di alcuni politici senza scrupoli e delle pulsioni di vendetta che serpeggiano nella società».

70 Sul tema si veda M. Donini, *Il diritto penale di fronte al "nemico"*, cit., che parla di un compito permanente della scienza penale di controllo critico sugli eccessi irrazionali della "democrazia penale", che dovrebbe svolgersi, in forma divulgativa, anche sui mass media, perché ad altri livelli il discorso rimane specialistico, senza nessuna possibilità di influenza sull'opinione pubblica. Recentemente, sul dibattito generale intorno al ruolo della dottrina nella formazione e legittimazione del diritto penale, si vedano J.L. González Cussac, *Gli orizzonti, vecchi e nuovi, della dogmatica*, in *Criminalia*, 2013, 363 ss.; A. Manna, *La dottrina tra legislazione e giurisprudenza nel sistema penale*, ivi, 389 ss.; S. Moccia, *L'odierna funzione di 'controllo' e "orientamento" della dottrina*, cit., 409 ss.

Il ricercatore Francesco Valentini* coordina il team di calcolo numerico dell'importante iniziativa scientifica

THOR

UN MICROSCOPIO NEL CUORE DEL NOSTRO SISTEMA SOLARE

Il progetto di missione spaziale, che ha superato con successo le prime due rigorosissime fasi di selezione dell'ESA, vede coinvolto il Gruppo di Plasmi Astrofisici dell'Unical

L'esplorazione dello spazio ha affascinato l'uomo fin dalla notte dei tempi, stimolandolo ad interrogarsi sull'Universo. Dal mistero dell' infinitamente grande, alla fonte di luce ed energia delle stelle, al moto dei pianeti, alla ricerca della vita extraterrestre, alla conquista della Luna, al lungo viaggio delle sonde spaziali verso Marte e Plutone, nel corso dei millenni tutto ha espresso e continua a riflettere la sua sete di conoscenza dell'ignoto. L'incontenibile attrazione verso ciò che ancora non riesce a spiegarsi e che è capace di mettere a nudo i suoi limiti.

Un contributo rilevante per ampliare la conoscenza dello spazio viene dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA), con il supporto delle Agenzie Spaziali Nazionali (quella italiana è l'ASI), che finanzia la progettazione e la costruzione di satelliti con lo scopo di dare risposta a quattro interrogativi fondamentali:

- Quali sono le condizioni per la formazione dei pianeti e per la nascita di vita su di essi?
- Come funziona il Sistema Solare?
- Quali sono le leggi fisiche fondamentali dell'Universo?
- Come ha avuto origine l'Universo e da cosa è composto?

Nel Gennaio 2015, nell'ambito del programma a lungo termine *COSMIC VISION 2015-2025*, l'ESA ha avviato la selezione di progetti di classe M (per i quali è previsto un finanziamento totale di circa 500 milioni di euro), finalizzati all'ideazione e al lancio di una missione spaziale nel 2026.

Tra le proposte scientifiche più interessanti si colloca certamente THOR[1] (Turbulent Heating ObserveR, www.http://thor.irfu.se/), nato dalla collaborazione di scienziati provenienti da ogni parte del mondo e finalizzato a studiare la complessa dinamica del Sistema Solare attraverso l'utilizzo delle più moderne e sofisticate tecnologie di misura.

THOR ha superato con successo le prime due rigorosissime fasi di selezione della commissione creata dall'ESA per valutare la portata e la praticabilità dell'iniziativa, sbaragliando l'agguerrita concorrenza di altri 30 progetti scientifici. Il progetto a questo punto si appresta ad affrontare, in competizione con le proposte concorrenti ARIEL e XIPE, l'ultima fase di studio, della durata di due anni, cui seguirà la scelta finale prevista nel giugno 2017.

Tra i responsabili del progetto THOR c'è il dottor Francesco Valentini, ricercatore del Gruppo di Plasmi Astrofisici dell'Università della Calabria. Valentini, in particolare, coordina il team di calcolo numerico di supporto alla missione e fa parte del cosiddetto *Science Study Team*, il gruppo internazionale di fisici ed ingegneri aerospaziali, costituito dall'ESA per lavorare sullo sviluppo scientifico e ingegneristico del satellite, nelle varie fasi della sua progettazione.

Come e quando è iniziata questa avventura scientifica?

Circa due anni fa, nel Febbraio 2014, durante un meeting scientifico presso l'*International Space Science Institute* di Berna, ho incontrato il prof. Andris Vaivads, dello *Swedish Institute of Space Physics* di Upsala, e il dott. Alessandro Retinò, del *Laboratoire de Physique des Plasmas* di Parigi. I due scienziati mi hanno raccontato della loro idea di sviluppare il progetto di una nuova missione spaziale per esplorare lo spazio interplanetario, nell'ambito del programma COSMIC VISION dell'ESA. In quell'occasione, Vaivads e Retinò mi proposero di coordinare la parte di modellizzazione numerica del progetto. Da allora, abbiamo fatto tanta strada insieme, arrivando dove nessuno si sarebbe mai aspettato. Nel luglio 2015 è iniziata la cosiddetta *Study Phase*, durante la quale THOR e le altre due proposte concorrenti saranno sottoposte allo studio di fattibilità scientifica e tecnica, prima della *down-selection*, prevista a Giugno del prossimo anno.

Il lavoro scientifico di supporto alla missione THOR coinvolge praticamente l'intera comunità internazionale della Fisica spaziale. Il leader del progetto è il prof. Vaivads. Lo *scientific core team*, ovvero lo zoccolo duro dell'idea, mi vede coinvolto insieme al responsabile scientifico, dottor Retinò, al dottor Khotyainsev dello *Swedish Institute of Space Physics* di Upsala e al dottor J. Soucek dell' *Institute of Atmospheric Physics* di Praga, che si occupano della parte di Science management e della strumentazione di bordo. In particolare, a me è affidata la responsabilità delle simulazioni numeriche. Lo *scientific core team* ha anche il compito di coordinare il lavoro scientifico di tutti i membri del team *allargato* di THOR, composto da più di 200 ricercatori provenienti da tutto il mondo, e di cui fa parte il Gruppo di Plasmi Astrofisici del Dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria.

C'è tanta Italia, dunque, nel progetto THOR...

Sì, ed è una grande soddisfazione e un riconoscimento importantissimo per la Scienza del nostro Paese. Oltre al gruppo di cui faccio parte, un ruolo notevole in questa straordinaria avventura scientifica è svolto dall'Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma, con la dott. ssa Maria Federica Marcucci. E' lei ad occuparsi della progettazione di un particolare strumento di analisi di particelle (*Particle Processing Unit*), che verrà montato a bordo del satellite spaziale. Anche l'Agenzia Spaziale Italiana dimostra grande interesse per la missione THOR e supporta economicamente le attività di ricerca del mio gruppo di lavoro e di quello coordinato dalla Marcucci, dalla *Study Phase* alla selezione finale.

Quali risultati possiamo aspettarci?

Lo spazio interplanetario è permeato da una bolla di gas molto caldo, conosciuto come *vento solare*, che viene espulso dalla superficie del Sole a grandissima velocità (400-700 km/s). A causa della sua elevatissima temperatura ($\sim 10^5$ °K), gli atomi che compongono tale gas sono in stato ionizzato, ovvero tutti gli elettroni sono stati strappati dal loro nucleo, così da formare un mare di cariche elettriche. Questo è il *PLASMA*, il IV stato della materia. Sebbene nessuno di noi se ne renda conto, poiché sulla Terra la materia si presenta negli stati liquido, solido e gassoso, il 99,9% della materia che compone l'Universo è nello stato di plasma.

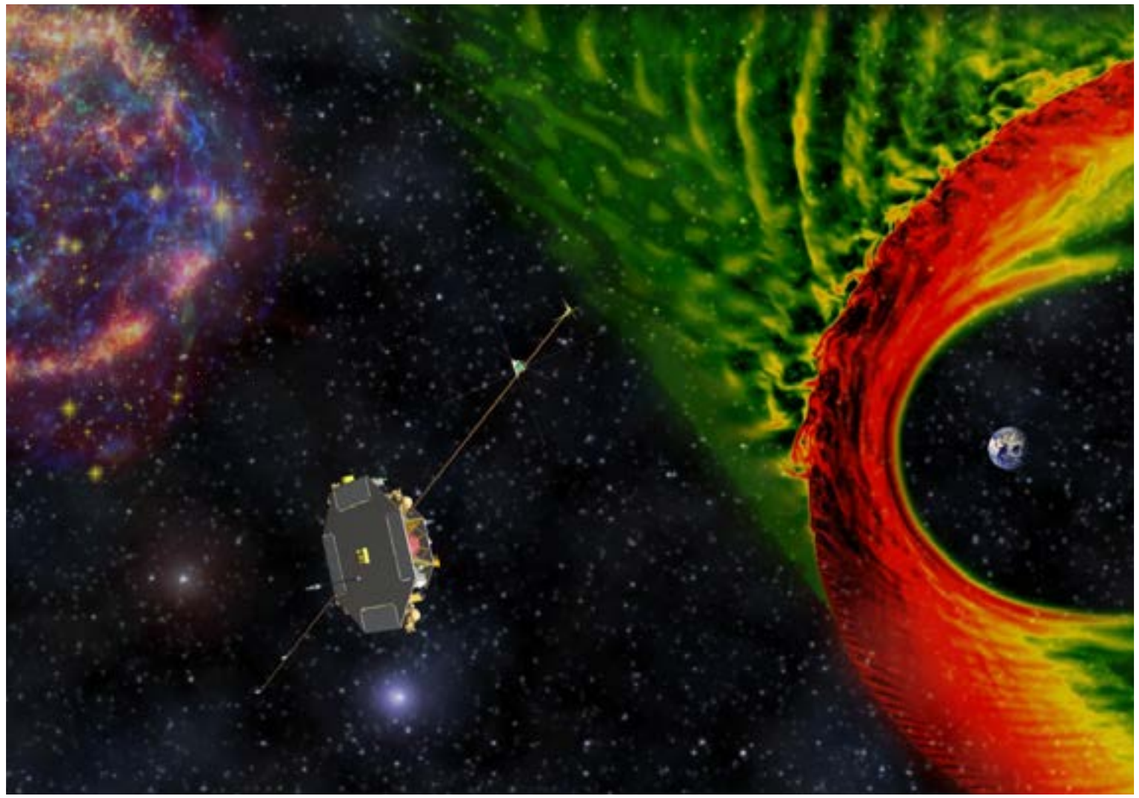
Il plasma caldo e velocissimo prodotto dal Sole, così come dalle altre stelle, ha una dinamica estremamente complessa e, lungo il suo cammino, investe tutti i pianeti del Sistema Solare. In particolare, esso interagisce con il campo magnetico terrestre e può influenzare in maniera significativa diversi aspetti della vita dell'uomo. Ad esempio, il clima del nostro pianeta può subire variazioni importanti in base al livello di attività solare; la sicurezza dei satelliti utilizzati per la ricerca scientifica, per le telecomunicazioni e per le previsioni meteo può essere minacciata dall'interazione con le particelle molto energetiche provenienti dal Sole e via dicendo.

Lo studio della dinamica e delle proprietà fisiche del plasma interplanetario, dunque, riveste un interesse di primo piano nelle comunità scientifica internazionale di Astrofisica e Fisica dello Spazio."

Per rispondere compiutamente alla Sua domanda, THOR è pensato per far luce sui segreti del nostro Sistema Solare, dare risposta a numerosi interrogativi ancora insoluti.

Me ne indichi qualcuno.

Ad esempio, perché il mezzo interplanetario è così caldo? Quali sono i meccanismi fisici di accelerazione che ne determinano l'elevatissima velocità? E' possibile fare previsioni attendibili sugli effetti dell'attività solare sulla vita sulla Terra? Sarà possibile vincere la sfida del terzo millennio, ovvero realizzare sulla Terra la fusione nucleare controllata per la produzione di energia pulita, utilizzando un plasma artificiale?



Lei è fiducioso al riguardo?

Credo sia possibile raggiungere risultati soddisfacenti. THOR è stato progettato per compiere orbite di diversa durata nel vento solare incontaminato e nello spazio circostante la Terra, in modo da analizzare la dinamica del mezzo interplanetario con una precisione strumentale mai raggiunta fino ad ora. Funzionerà come una sorta di microscopio puntato nel cuore del nostro Sistema Solare. Se, come ci auguriamo, verrà definitivamente selezionato dalla commissione scientifica dell'ESA e programmato per il lancio nello spazio nel 2026, THOR contribuirà in maniera determinante alla soluzione di problemi fisici che sono considerati il Sacro Graal della scienza moderna. E potrà cambiare per sempre la concezione della vita sulla Terra.

a cura di Francesco Kostner

* Francesco Valentini
Ricercatore del gruppo di Plasmi Astrofisici
Dipartimento di Fisica Unical
francesco.valentini@fis.unical.it

pubblicita

Grazie alla partecipazione al progetto H2020 INTER-IoT

Tra gli attori più importanti in Europa nella ricerca sull'Interoperabilità della futura Internet delle Cose

L'Università della Calabria partecipa al progetto INTER-IoT (Interoperability of heterogeneous IoT platforms) www.inter-iot.eu, avviato il primo Gennaio 2016 e di durata triennale, con un gruppo di ricerca coordinato dal Prof. Giancarlo Fortino del DIMES. INTER-IoT fa parte del programma quadro Horizon 2020 – Research and Innovation Action – nell'ambito della *Call ICT-30: Internet of Things and Platforms for Connected Smart Objects*[1].

La presentazione dei progetti è avvenuta ad aprile 2015; la loro selezione, invece, tra maggio e giugno 2015. Tra le 139 proposte, solo sette (5 RIA* e 2 CSA**) sono state accettate e ammesse a finanziamento. Tra le cinque proposte di ricerca, INTER-IoT si è classificata prima con un punteggio di 15/15.

L'Università della Calabria per la prima volta vede approvato un progetto così prestigioso in una Call ICT del programma quadro H2020, il più importante a livello europeo per la ricerca di base ed applicata. Il risultato è ancora più importante se si considera che solo un'altra Università italiana, quella di Padova, è partner di un consorzio relativo ad un altro progetto finanziato.

Il coordinamento amministrativo di INTER-IoT è condotto dalla spagnola UPV (Universitat Politecnica de Valencia; il Prof. Carlos Palau è il coordinatore del progetto), mentre il coordinamento tecnico è affidato congiuntamente alla UPV e all'Unical. Il prof. Fortino, infatti, è sia *scientific and technical project Manager* che *project coordinator deputy* (cioè se il coordinatore di Valencia lascia l'incarico, subentra il prof. Fortino). Gli altri dodici partner del consorzio sono: Telecom Italia S.p.A., Provedelop S. L. (Spagna), Technische Universiteit Eindhoven (Olanda), ValenciaPort Foundation (Spagna), Rinicom Ltd. (UK), Association pour le développement de la formation professionnelle dans les transports (Francia), Noatum Ports Valenciana S.A.U. (Francia), XLAB (Slovenia), Systems Research Institute Polish Academy of Sciences (Polonia), Azienda Sanitaria Locale TO5, Alessandro Bassi Consulting (Francia), NEWAYS Technologies (Olanda).

1 http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/914-ict-30-2015.html

* RIA = Research and Innovation Action
** CSA = Coordination and Support Action

Abstract del progetto

INTER-IoT si propone di progettare, implementare e testare un ambiente aperto cross-layer e associata metodologia di integrazione per fornire interoperabilità "su base volontaristica" tra piattaforme eterogenee dell'Internet delle Cose (IoT)[2]. La proposta permetterà di sviluppare, in modo efficace ed efficiente, applicazioni intelligenti su differenti piattaforme IoT eterogenee, considerando sia domini singoli che multipli. L'obiettivo complessivo di INTER-IoT è pertanto quello di fornire un framework architetturale interoperabile per l'integrazione trasparente di differenti architetture IoT disponibili in differenti domini applicativi. L'interoperabilità sarà offerta a differenti livelli: dispositivo, rete, middleware, servizi, e dati (inclusa la parte ontologica). I due domini applicativi e casi d'uso considerati nel progetto e nel cui ambito il framework IoT sarà applicato sono *m-Health* e *Logistica Portuale*. I risultati del progetto ottimizzeranno differenti operazioni nei due domini considerati, ma potrebbero anche essere estesi ad altri domini nei quali c'e' bisogno di interconnettere architetture IoT già in essere. In particolare, in ambito portuale, si aumenterà l'efficienza dei tempi di trasporto, si ridurrà l'emissione di CO_2, si migliorerà la sicurezza ed il controllo degli accessi; mentre, in ambito di cura della salute, si migliorerà il controllo dei pazienti da remoto, si aumenterà il numero dei soggetti che, a seguito di una operazione, saranno assistiti senza variare le risorse impegnate, si ridurrà il tempo di permanenza in ospedale e le liste di attesa per essere curati.

L'obiettivo generale del progetto

Le attuali piattaforme basate su dispositivi IoT e/o su reti di sensori funzionano come entità indipendenti di elementi omogenei che servono a uno scopo specifico e sono isolati dal "resto del mondo". In rari casi, quando elementi eterogenei sono integrati, ciò è realizzato o a livello dispositivo o a livello rete, ma il focus principale del sistema è la raccolta delle informazioni. Un approccio multi-strato per integrare dispositivi, reti, piattaforme, servizi e applicazioni nell'ambito IoT permetterà ad elementi eterogenei di cooperare trasparentemente al fine di condividere dati, infrastrutture e servizi, come se si fosse in un sistema omogeneo. L'approccio sistemico di INTER-IoT, che sarà creato nel progetto insieme agli strumenti software necessari e alle applicazioni *end-user*, fornirà soluzioni per superare i problemi di interoperabilità tra sistemi IoT eterogenei rispetto allo *stack* di comunicazione e software, includendo i dispositivi, le reti, il *middleware*, i servizi applicativi, i dati e la semantica. Pertanto, il riuso e l'integrazione di sistemi IoT esistenti e futuri (anche quelli basati su *standard*) sarà facilitata e resa possibile per ottenere ecosistemi interoperabili di piattaforme IoT. Poiché l'ecosistema di dispositivi e servizi interoperabili si espande, allo stesso modo aumenterà il valore di costruire nuovi dispositivi per tale ecosistema e applicazioni funzionanti nell'ecosistema stesso. Tale ecosistema emergente non sarà gestito da nessuna specifica azienda o entità, ma consentirà di abilitare molte entità a mettere le risorse di cui dispongono a fattor comune, creando più ampie diffuse opportunità. Avrà quindi un valore sociale oltre che tecnologico e scientifico. Interoperabilità "aperta" si basa sulle promesse del *software open source*, abilitando venditori e utilizzatori a interagire e interoperare, senza interferire con l'abilità di alcuni di competere, fornendo prodotti di qualità superiori. In assenza di standard globali per la IoT, il progetto INTER-IoT supporterà e renderà semplice per qualsiasi azienda progettare dispositivi IoT, *smart object* o servizi, e renderli velocemente disponibili sul mercato, a una base più ampia di clienti, creando in tal modo nuovi ecosistemi IoT interoperabili. Nel lungo periodo, la capacità di applicazioni multiple di connettersi e interagire con sensori, attuatori, controllori eterogenei, così da renderli interoperabili, diventerà un forte abilitatore per nuovi prodotti e servizi.

Al fine di ottenere questo, il progetto INTER-IoT fornirà:

- tecniche e tecnologie per permettere interoperabilità e integrazione tra i differenti livelli delle piattaforme IoT eterogenee;
- una nuova API (*Application Programming Interface*) di servizi e una architettura di riferimento per gestire piattaforme IoT integrate;
- una metodologia completa e strumenti CASE (*Computer Aided Software Engineering*) per supportare l'integrazione di piattaforme eterogenee.

Gli obiettivi finali di ricerca e innovazione proposti

Il progetto INTER-IoT, in particolare, si focalizzerà sui seguenti obiettivi di ricerca ritenuti dalla commissione europea altamente innovativi e fondamentali per abilitare interoperabilità delle piattaforme IoT del futuro:

1) progetto e implementazione di un *open cross-layer framework* (denominato INTER-FW) per l'interoperabilità di piattaforme IoT eterogenee (denominato INTER-LAYER);
2) definizione di tecniche e strumenti per l'interoperabilità a differenti livelli (dispositivo, rete, middleware, servizi, dati, ontologie) di piattaforme IoT eterogenee ;
3) definizione di una metodologia ingegneristica basata su strumenti CASE (denominata INTER-METH) per l'applicazione del framework open cross-layer per l'interoperabilità/integrazione di piattaforme IoT eterogenee;
4) progetto e implementazione di una piattaforma aperta, interoperabile e integrata per trasporti e logistica in ambienti portuali (denominata INTER-LogP);
5) progetto e implementazione di una piattaforma aperta, interoperabile e integrata per la cura della salute in mobilità (denominata INTER-Health);
6) sperimentazione nell'ambito di "field trial" reali presso il porto di Valencia (del sistema INTER-LogP) e presso la ASL N.5 di Torino (del sistema INTER-Health);
7) fondazione di un framework di cooperazione e business tra i partner del progetto. Difatti, uno degli obiettivi è la realizzazione di brevetti congiunti ad alto impatto nel mondo IoT.

2 *L'Internet delle Cose fa riferimento ad un sistema di sistemi che sarà in grado di connettere persone, oggetti della vita quotidiana capaci di comunicare su reti, e piattaforme ICT al fine di costruire ambienti intelligenti (smart home, smart grid, smart city, ecc.) e fornire quindi servizi cyberfisici innovativi.*

pubblicita

L'UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA
LAVORA CON L'EUROPA
PER FORMARE
I RICERCATORI
DEL FUTURO

InPath TES

L'Università della Calabria è partner del progetto europeo INPATH-TES, dedicato al tema delle tecnologie ed applicazioni relative all'accumulo termico (PhD on Innovation Pathways for Thermal Energy Storage, G.A. 657466). Esso è finanziato nell'ambito del Programma Quadro Europeo per la Ricerca e l'innovazione HORIZON 2020. La proposta progettuale risponde alla call LCE – 20 – 2014 "The human factor in the energy system" finalizzata a promuovere le seguenti azioni:

1) realizzare un sistema energetico più sostenibile considerando non solo l'aspetto tecnologico. Si ha infatti consapevolezza che i comportamenti dei consumatori e le decisioni di investimento costituiscano fattori cruciali per la diffusione e il corretto utilizzo delle tecnologie energetiche;

2) sviluppare competenze qualificate mediante la cooperazione europea nell'istruzione universitaria e nella formazione professionale, valorizzando la collaborazione tra impresa e ricerca.

INPATH-TES si configura come un'interessante Azione di Coordinamento e di Supporto alla Ricerca (CSA): strumento promotore della divulgazione dei risultati perseguiti sul tema dell'energia in diversi Paesi d'Europa e mezzo di coinvolgimento degli stakeholders mediante azioni di networking e workshops strategici.

Bruxelles 16 e 17 giugno 2015: avviati i lavori del progetto INPATH-TES (PhD on Innovation Pathways for Thermal Energy Storage). Al kick off meeting partecipano i 22 partner e i delegati della Commissione Europea.

22 Partner e 14 nazioni lavorano insieme

La sua importanza è confermata dall'interesse che la Comunità Europea ha mostrato verso di esso, ma anche dal fatto che è risultato tra i due progetti vincenti tra 50 presentati. L'ottimo risultato è dovuto al prestigioso ed esteso partenariato che ha condiviso l'idea, consistente nella creazione di un'offerta formativa di carattere internazionale (un percorso di dottorato congiunto basato su esperienze di carattere pratico da conseguire nelle infrastrutture di ricerca, negli impianti sperimentali e nelle aziende) di cui potranno usufruire le istituzioni partecipanti.
Si mira inoltre al coinvolgimento di realtà locali e nazionali che possano beneficiare dell'iniziativa ed essere propositive nelle attività di formazione.

In particolare, INPATH-TES è coordinato dall'Universitat de Lleida (Spagna) e coinvolge 22 partner localizzati in 14 nazioni:

-12 Università: Universitat de Barcelona (Spagna), University of Ulster (Regno Unito), University of Çukurova (Turchia), Trinity College Dublin (Irlanda), Università della Calabria (Italia), Università degli Studi Di Perugia (Italia), Ben-Gurion University of the Negev (Israele), Rigas Tehniska Universitate (Lettonia), Universidade do Minho (Portogallo), Universiteit Gent (Belgio), Politechnika Warszawska (Polonia), Technische Universiteit Eindhoven (Paesi Bassi), Université de Lyon (Francia);

-3 Istituti di Ricerca: AIT (Austria), DLR (Germania), PROMES-CNRS (Francia);
-3 industrie: Arcelik (Turchia), Abengoa Solar NT (Spagna), KIC InnoEnergy (Paesi Bassi);
-2 PMI: UFP (Spagna) e LAIF (Italia).

Il Progetto avrà la durata di 36 mesi per un importo di € 4.301.072,66. Le attività programmate hanno avuto avvio durante il kick off meeting tenutosi a Bruxelles il 16 e 17 giugno 2015. All'evento ha partecipato, in rappresentanza dell'Università della Calabria e in qualità di responsabile scientifico, l'Ing. Marilena De Simone, ricercatrice del Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Energetica e Gestionale (DIMEG), in qualità di Responsabile Scientifico.

Per ulteriori informazioni è possibile consultare il sito del progetto http://www.inpathtes.eu/ e rivolgersi al responsabile scientifico marilena.desimone@unical.it

Questo progetto è stato finanziato nell'ambito del Programma Quadro Europeo per la Ricerca e l'innovazione HORIZON 2020 sotto la convenzione N°657466 (INPATH-TES).

pubblicita

La seconda edizione della Notte dei Ricercatori, organizzata il 25 settembre 2015 nel Campus di Arcavacata (contemporaneamente in 300 università europee) è stata un grande successo.

L'evento è parte integrante del progetto "SuperScienceMe", presentato alla Commissione Europea nell'ambito della call "Marie Curie 2014 - European Researchers' Night" (programma Horizon 2020).

Bambini, ragazzi, adulti hanno compiuto un suggestivo e stimolante viaggio alla scoperta delle meraviglie scientifico-culturali dell'Università della Calabria.

Esperimenti, giochi didattici, performance artistiche, sportive, spettacoli di vario genere hanno caratterizzato le proposte che dipartimenti, centri, musei, biblioteche e strutture dell'Unical hanno messo in campo per questa giornata dedicata alla divulgazione, organizzata e coordinata dal Liaison Office d'Ateneo con il supporto del CAMS.

"Un modo concreto ed efficace di presentare l'Università al territorio calabrese, mostrando la sua vera natura", ha commentato con orgoglio il Rettore dell'Unical, Gino Mirocle Crisci, che ha sottolineato "la volontà dell'Ateneo di contribuire allo sviluppo socio-culturale della regione".

Gli obiettivi della vigilia sono stati raggiunti. Più di 20mila le visite a "Sperimenta la ricerca", circa 30mila i fruitori de "Il Ponte della Ricerca", oltre 50mila le presenze al concerto di Cristiano De Andrè. Un risultato sottolineato anche dal Delegato alla Ricerca e al Trasferimento Tecnologico dell'Unical, Giuseppe Passarino:"Non ho parole per esprimere la mia felicità e il mio orgoglio per la piena riuscita di questa manifestazione; o meglio, ho una sola, semplice parola: grazie! al gruppo di lavoro che ha reso possibile la riuscita di uno sforzo organizzativo notevole".

L'evento è iniziato con **"Sperimenta la Ricerca"**, un programma di visite su prenotazione nei laboratori, nei musei e nelle diverse strutture dell'Ateneo: ben 110, rispetto alle 82 della scorsa edizione, 14mila presenze, il doppio del 2014.

Nel pomeriggio, invece, ha aperto i battenti il **"Ponte della Ricerca"**, uno spazio espositivo in cui i dipartimenti, il centro residenziale, i centri Unical, il Museo di storia naturale, numerose imprese e attori dello sviluppo del territorio hanno presentato le attività in cui sono impegnati nel campo della ricerca e dell'innovazione.

Tra le principali iniziative vanno certamente ricordate "**Sperimenta in corsia"**, l'attività rivolta ai pazienti del Reparto di Pediatria dell'Ospedale Civile di Cosenza, che ha coinvolto nell'evento divulgativo e formativo anche chi, pur appartenendo al target di "Sperimenta la Ricerca", per motivi di salute non avrebbe potuto partecipare; e **"Ricerca senza frontiere"**, garantita dal Servizio Studenti con Disabilità (DSA) e (BES) dell'Unical, che ha permesso ai diversamente abili non solo di godere di una bellissima esperienza, ma di essere protagonisti di performance scientifiche e artistiche.

Degna di nota è stata anche **"Beautiful minds"**, la rassegna cinematografica dedicata alle biografie di grandi studiosi.

Hanno contribuito al successo della “Notte dei Ricercatori” anche iniziative sportive, come i tornei di basket, calcio a 5 e ping-pong, nonché i bandi di “Immagina la ricerca” (concorso video-fotografico) e “Anima la Ricerca” (concorso per artisti desiderosi di esibirsi durante l’evento).

Da segnalare anche ***Che Impresa la Ricerca***, che ha visto protagonista numerose aziende che operano nel campo della ricerca e dell’innovazione: NTT Data; Polo di innovazione ICT Calabria; Polo di innovazione trasporti, logistica e trasformazione; Polo cultura e innovazione; Polo di innovazione delle tecnologie dei materiali e della produzione; Polo NET – Natura Energia Territorio; Polo della Salute; Distretto Cyber Security; RAI Calabria; Sisal PAY; Isocasa; iGreco; e i ***Corner***, angoli informativi sulle politiche e sugli strumenti di finanziamento a sostegno della ricerca e dei risultati raggiunti nell’ambito di progetti europei e nazionali, come quelli dell’Unione Europea, Fincalabra, Sportello APRE e Progetto CalabriaInnova. Fra gli stand anche quelli informativi e di registrazione dell’Unical, delle associazioni studentesche e dei Centri di Aggregazione Giovanile dell’Ateneo, nonché quelli dell’Istituto Tecnico Industriale Statale “A. Monaco” di Cosenza, del progetto Urban Generation, delle associazioni Verde Binario ed Entropia.

L’evento è stato finanziato dalla Regione Calabria, attraverso il progetto CalabriaInnova di Fincalabra, e patrocinato dalla Provincia di Cosenza, dai Comuni di Rende, Cosenza, Montalto Uffugo, Castrolibero e San Benedetto Ullano, dalla RAI Calabria e dalla Camera di Commercio di Cosenza.

Nutrito anche il programma degli spettacoli che hanno caratterizzato la Notte dei Ricercatori 2015. Si sono esibiti la banda cosentina dei Takabum, clown, artisti di strada, parkour, dj set, insieme agli artisti dei Centri di Aggregazione Giovanile dell’Unical – (Attoriincorso, Conimieiocchi, Centro Danza Ilaria Dima, Quinta Scenica) e ai performer che hanno risposto al bando “Anima la ricerca”.

Sul palco della Notte dei Ricercatori anche Mauro Pagani e Nello Daniele, fratello dell’indimenticato Pino, Eusebio Martinelli Gipsy Orkestar. La serata è stata presentata da Gian Maurizio Foderaro, conduttore e giornalista Rai.

“Sperimenta in corsia”

Degna di particolare considerazione è stata l’iniziativa “Sperimenta la corsia”, resa possibile grazie ad un accordo siglato fra l’Università della Calabria e la Direzione Generale dell’Asp Cosenza, nonché alla collaborazione di Domenico Sperlì, Primario di Pediatria dell’Ospedale di Cosenza.

Ricercatori, animatori e operatori dell’Unical hanno intrattenuto i bambini del reparto con dimostrazioni, esperimenti, attività formative e anche giochi.

Tra le attività di “Sperimenta in corsia” la dimostrazione “Chi è il colpevole? L’analisi del DNA e l’identificazione biologica”, a cura del personale di Genetica (Dipartimento DiBest Unical); quelle del Rimuseum dell’Unical, che hanno visto i bambini impegnati in laboratori di raccolta differenziata e riciclo dei rifiuti; la proiezione di un video proposto da ricercatori del DiBest e l’esposizione di denti e uova di squali bianchi.

Non sono mancati giochi scientifici, dalla sfera al plasma al pendolo di Newton, a cura dell’Ufficio Orientamento dell’Università della Calabria, ma anche momenti di animazione e intrattenimento assicurati dai volontari dell’associazione Fusi Orari, che hanno realizzato sculture di palloncini per tutti i bambini.

Grazie all’intervento del Servizio Studenti con Disabilità DSA e BES dell’Ateneo, è stato predisposto un programma specifico di accoglienza e guida per i diversamente abili che non solo hanno partecipato come fruitori a questa esperienza avvincente e formativa, ma sono stati innanzitutto protagonisti di dimostrazioni, iniziative culturali e spettacoli.

A supportare l’iniziativa anche il CSV (Centro di Servizio per il Volontariato) di Cosenza, che ha favorito la partecipazione alla Notte dei Ricercatori di numerose realtà associative.

Per i disabili motori e visivi è stato garantito dall’Associazione Arcifisa, convenzionata con l’Unical, un servizio navetta e presso lo stand del Servizio Studenti con Disabilità sono stati distribuiti strumenti e specifici software di apprendimento utilizzati dagli studenti universitari interessati da disabilità o da Disturbi Specifici dell’Apprendimento (dislessia, disgrafia, disortografia, discalculia) per le diverse attività didattiche.

La Notte dei Ricercatori, infine, è stata l’occasione per realizzare il video **“Unical presenta Unical”** che, come si evince dal titolo, illustra le strutture e le potenzialità dell’Università della Calabria; prodotto dal Liaison Office, dal CAMS e dall’Associazione Zahir.

Il dipartimento di Ingegneria Meccanica, Energetica e Gestionale (DIMEG) tra i partner di ricerca della rete di centri di eccellenza scientifica

La matematica
applicata ai problemi industriali

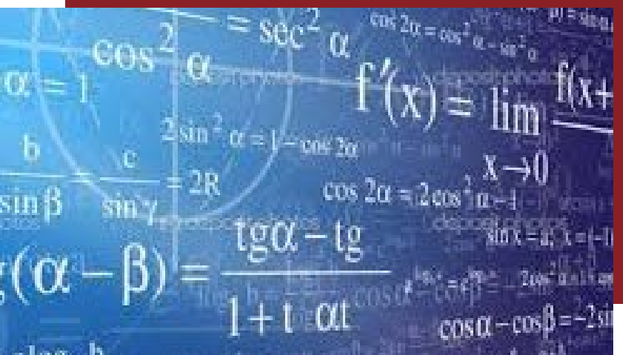
Alla fine del 2011 nasce lo "Sportello Matematico per l'Industria Italiana" il cui obiettivo è far conoscere al mondo dell'industria l'offerta matematica potenzialmente utile al mondo produttivo.

Il progetto, presentato dall'Istituto per le Applicazioni del Calcolo del CNR, è stato approvato e finanziato dal MIUR e sviluppato in collaborazione con la Società Italiana di Matematica Applicata e Industriale (SIMAI) e l'Associazione Italiana di Ricerca Operativa (AIRO).

Il recente rapporto "The Mathematical Sciences in 2025", delineando le linee di sviluppo della matematica del prossimo decennio, ha fornito interessanti raccomandazioni ai decisori politici americani sottolineando l'inadeguatezza dei finanziamenti riservati alla matematica.

Tale affermazione risulta essere oggettiva, poiché il comitato di esperti che ha redatto il documento è formato da esperti di varie discipline, di cui solo la metà matematici.

Nella maggior parte dei Paesi occidentali le scienze matematiche non riescono a ricevere adeguati incentivi poiché solo una esigua parte dei bandi per progetti nazionali ed europei è finalizzata a finanziare ricerche su temi matematici.



Tra le ragioni di questo sotto-finanziamento possiamo sicuramente annoverare il comune intendere la matematica come un insieme astratto di idee e metodologie, sviluppate attraverso i secoli, e che pertanto ha ormai raggiunto uno stato avanzato di maturità.

In parte tale affermazione è veritiera in quanto molte questioni teoriche riguardano risposte a problemi del passato, come il teorema di Fermat o l'ipotesi di Riemann.

Tuttavia, molti ignorano che la matematica è una scienza viva e di decisiva importanza in molte questioni.

Kurt Gödel

Per esempio, il teorema di incompletezza del matematico e logico austriaco Kurt Gödel (dimostrato nel 1931) potrebbe avere importanti ricadute in fisica, dimostrando che anche in meccanica quantistica esistono dei problemi "*indecidibili*". A dimostrarlo, uno studio recente dello University College London condotto da Toby Cubitt e colleghi e pubblicato sulla rivista *Nature*.

Il gruppo di Cubitt avrebbe scoperto che il calcolo del "*gap spettrale*" di un materiale, ossia la differenza tra il più basso livello di energia che gli elettroni possono occupare in un materiale e quello successivo, potrebbe essere un problema non decidibile.

Dunque, a distanza di anni, i *teoremi di incompletezza di Gödel*, che già scossero profondamente la matematica degli anni 90, potrebbero gettare la loro lunga ombra anche sul mondo della materia infinitamente piccola, il mondo quantistico, compiendo un *salto di specie* (è il caso di dire un salto quantico) dalla matematica a un'altra disciplina.

Questo studio potrebbe avere importanti ricadute a sua volta su un complesso problema matematico, la congettura di Yang-Mills (o del *gap di massa*): si tratta di uno di quei Problemi del Millennio che frutterebbe a chi riesce a dimostrarne la veridicità o la falsità un milione di dollari messo in palio dal Clay Mathematics Institute. Il problema del *gap di massa* riguarda il fatto che le particelle che trasportano la forza nucleare debole e quella forte hanno massa, mentre i fotoni, che portano la forza elettromagnetica, sono privi di massa.

Tale sfida è stata egregiamente raccolta appunto dallo Sportello Matematico (http://www.sportellomatematico.it) per l'Industria Italiana, che svolge un ruolo di consulenza efficace ed altamente qualificata nel campo del trasferimento scientifico e tecnologico, centrato in particolare sul ruolo della matematica.

Svolgendo un ruolo di consulenza qualificata nel campo del trasferimento scientifico e tecnologico lo Sportello ha tra i vari obiettivi anche quello di stimolare le imprese italiane ad assumere matematici qualificati, che potranno in futuro rafforzare i contatti scientifici tra l'industria e il mondo della ricerca.

Tra i partner di ricerca della rete di centri di eccellenza scientifica nel campo della matematica applicata ai problemi industriali vi è anche il DIMEG (UNICAL). Il Dipartimento sfrutta appieno le sinergie derivanti dalle specifiche conoscenze matematiche e metodologiche dei ricercatori operativi con competenze specifiche di altri ricercatori del DIMEG nei processi aziendali ed in un ampio spettro di discipline tra cui la logistica, la robotica, l'ingegneria industriale, la progettazione di sistemi meccanici energetici complessi, solo per citarne alcuni.

Risulta chiaro che la matematica non è solo formule, numeri, tabelline a memoria, operazioni, lettere e grafici dalle forme strane. La matematica è conoscenza (etimologicamente il matematico è chi è incline ad apprendere), è logica, è astrazione.

Ma la matematica moderna è molto di più. E' parte integrante della nostra vita quotidiana (ovunque dalle simulazioni meteo ai canali di comunicazione digitale) ed è senza ombra di dubbio uno dei fattori chiave per l'innovazione e lo sviluppo di un sistema industriale.

Il matematico moderno ha infinite potenzialità, ben delineate nel profilo del matematico del futuro del rapporto americano. Secondo il documento, dovrebbe crescere il numero di matematici con conoscenze in un largo spettro di discipline, al di là della propria area di esperienza specifica, dotati di spiccate doti di comunicazione e di interazione con ricercatori di altre discipline e con skill di tipo computazionale.

La scienza che da secoli affascina l'uomo, diventa flessibile e adattabile alle moderne esigenze di un'industria per supportare il processo di innovazione e la competitività, affermando il suo ruolo nel contesto più vasto della scienza, dell'ingegneria, della medicina, della sicurezza, dell'impresa.

Operativamente, un'azienda interessata a migliorare i propri prodotti e che vuole provare strade innovative per perfezionare i propri processi industriali può fissare un primo incontro accedendo al sito di riferimento.

Quindi all'interno della comunità matematica vari partner di ricerca effettuano un'analisi dei processi critici aziendali, analizzano il problema da diverse prospettive, intervistano gli attori coinvolti, per poi 'inquadrare scientificamente il problema.

In questo modo, la modellazione matematica, la simulazione e l'ottimizzazione la progettazione tecnica, diventano strumenti affidabili, flessibili ed economici per la risoluzione di diversi casi aziendali, in grado di razionalizzare l'utilizzo delle risorse, rendere efficienti i processi produttivi, poten-

ziare i processi decisionali o realizzare nuovi prodotti riducendo drasticamente i costi di prototipazione.

CASI DI STUDIO

Numerosi sono i casi di studio e le problematiche che possono essere affrontate dallo sportello matematico.

Trasporti e logistica

Pensiamo ad esempio alla pianificazione del flusso dei rifiuti dalla raccolta allo smaltimento. In questo caso l'uso di particolare modelli matematici possono consentire di ottenere risparmi immediati di sui costi di trasporto e di trattamento nel rispetto degli impianti esistenti.

Riguardo al problema del traffico e del conseguente inquinamento che coinvolge la maggior parte delle città italiane, sono stati sviluppati modelli fluidodinamici innovativi che permettono una ricostruzione in tempo reale del comportamento dei flussi di traffico all'interno della rete stradale e che hanno condotto all'elaborazione di procedure di calibrazione dei parametri relativi al traffico sulla rete urbana di Roma, con ovvie ricadute positive sulla vita dei cittadini: migliore sicurezza, efficienza degli spostamenti, salvaguardia della salute e miglioramento della qualità della vita stessa.

I modelli di simulazione avanzati avranno un ruolo sempre più importante anche perché saranno in grado di produrre previsioni attendibili per fronteggiare l'incertezza associata alla domanda e alle fluttuazioni del traffico. E ancora, lo sviluppo di metodi, modelli, algoritmi e applicazioni è di supporto per il processamento di enormi quantità di dati sul traffico e i servizi di trasporto, utili ad effettuare previsioni sulla domanda di trasporto, sui tempi di viaggio e sulle emissioni di inquinanti.

I Sistemi di Trasporto Intelligente non sono solo il frutto esclusivo dell'integrazione tra le più avanzate tecnologie per la rilevazione e il trattamento delle informazioni.

In realtà i metodi di ottimizzazione basati su modelli di programmazione matematica e algoritmi meta-euristici sono un valido supporto alle decisioni in tempo reale nei sistemi di Car Sharing (come Enjoy, Car-2Go) e Car Pooling (come Uber), nei veicoli connessi, come le GoogleCars, e nell'integrazione tra il trasporto pubblico, privato e la logistica sostenibile delle merci. I modelli e gli algoritmi matematici per l'instradamento ottimo dei veicoli aiutano poi a contenere notevolmente i costi legati alla logistica e al trasporto dei prodotti che influenzano il prezzo finale e la qualità dei prodotti. Lo stesso avviene per i costi legati al packaging, anch'essi soggetti a notevoli miglioramenti grazie all'utilizzo di modelli matematici di simulazione e prototipazione virtuale.

Cloud Computing

Le compagnie che offrono il servizio di cloud-computing mettono a disposizione dei clienti risorse informatiche di vario genere (processori, memoria virtuale, spazio su disco). Il problema delle aziende è la configurazione ottimale del servizio. In tale ottica risulta cruciale disporre di una previsione razionale che utilizzi tutte le informazioni a disposizione e che possa indicare la probabilità di ricevere un certo numero di richieste in un determinato lasso di tempo.

L'approccio bayesiano permette di ottenere tale previsione e fornisce risultati di chiara interpretazione. Un modello matematico permette all'utente di stimare il tempo entro il quale le risorse attualmente disponibili si esauriranno e la probabilità di soddisfare le richieste in un fissato lasso di tempo. La compagnia che offre il servizio può razionalmente stabilire i "refill" fisici, ossia decidere quando il proprio parco macchine vada ingrandito.

Ottimizzazione di impianti di produzione energia e calore

Le reti di teleriscaldamento urbano stanno diventando sempre più diffuse. Esse sono alimentate da diversi impianti quali caldaie, motori a cogenerazione, serbatoi, pompe di calore, etc... A fronte dell'esigenza di soddisfare la domanda termica, è necessario avere strumenti di pianificazione dei piani di produzione di medio e corto termine che ottimizzino il margine di impianto.

La modellazione del sistema complessivo dell'impianto e dei suoi scambi con le sorgenti di fonte primaria (gas, energia elettrica), nel rispetto di molteplici vincoli tecnici, normativi ed economici ha permesso di massimizzare il margine di impianto su orizzonte annuale, mensile, settimanale o giornaliero (con dettaglio al quarto d'ora), nel rispetto dei vincoli del sistema, abilitando una gestione di dettaglio non paragonabile ai processi manuali.

Gestione ticket di assistenza

Grandi compagnie telefoniche devono prendersi in carico di gestire e risolvere eventuali guasti o disfunzioni segnalate dai clienti Quando un cliente si rivolge al servizio di assistenza, la società telefonica apre un ticket e cerca di risolvere il problema nel minor tempo possibile. Un ticket porta con sé molte informazioni, come ad esempio l'area geografica nella quale si è verificato il guasto, il tipo di problema lamentato, l'esito di lavorazioni e così via. Da queste informazioni, si può stabilire, utilizzando le reti bayesiane, quale sia il profilo di ticket più propenso a ripetersi e come valutare l'efficacia di azioni o processi messi in campo per ridurre la ripetitività.

Potendo conoscere in anticipo la probabilità che un ticket si ripeta, la compagnia telefonica può gestire razionalmente i processi di assistenza, dando particolare attenzione ai profili di ticket a più alto rischio.

In Calabria

In Calabria per esempio, una delle produzioni di maggior rilievo è quella agroalimentare che esporta sulle tavole di tutto il mondo gli ingredienti tipici di una buona dieta mediterranea.

Anche i metodi di produzione più tradizionali, possono avvalersi di tecnologie matematiche in grado di supportare le varie fasi della filiera.

Pensiamo alla coltivazione: sono ben noti modelli matematici per ottimizzare la pianificazione delle colture, in modo da garantire la fertilità e una maggiore resa del terreno, anche in condizioni di incertezza ad esempio sulle condizioni meteo. Alcuni matematici italiani hanno modellizzato il processo di cottura della pasta ottimizzandone il processo produttivo. Anche il processo di cottura delle pietanze può avvalersi di tecnologie matematiche, come gli algoritmi di elaborazione delle immagini e la colorimetria, che permettono di calibrare a puntino la cottura di alimenti come il pane, la pizza e tanti altri prodotti da forno oltre a garantire la sicurezza attraverso il controllo di qualità dei prodotti e persino l'analisi automatica del loro contenuto calorico.

Passando alle vendite, i modelli matematici sempre più accurati sono in grado di prevedere le vendite consentendo in tal modo di ridurre progressivamente le scorte invendute di prodotti soggetti a deperimento e riducendo gli sprechi.

L'aspetto multidisciplinare e cross-settoriale della Matematica è ben illustrato nel rapporto sulle prospettive delle scienze matematiche nel prossimo decennio "The Mathematical Sciences in 2025", che valorizza il ruolo di volano delle scienze applicate e dell'ingegneria assunto dalla matematica.

Le tecniche matematico-scientifiche, infatti, possono risolvere diversi problemi industriali e dare un nuovo impulso alle imprese, migliorandone i processi produttivi e ottimizzando i sistemi.

Riconoscimenti di livello internazionale per l'Istituto Industriale "A. Monaco" che fa della didattica innovativa e delle tecnologie d'avanguardia un campo d'azione privilegiato per proiettare gli studenti verso il futuro

THE BEST OF ROBOTICS IN THE WORLD

Il racconto della straordinaria avventura che ha portato la scuola cosentina sul tetto del mondo

di Remo Scavello

"... portare avanti al meglio il processo di formazione di nuove leve di giovani significa combattere l'abbandono, la dispersione scolastica, puntare sullo sviluppo delle abilità di base e poi via via di altre più complesse abilità, per giungere quindi, nelle fasi più avanzate dell'iter scolastico, alla massima apertura verso tecnologie d'avanguardia ***(ce ne hanno qui raccontato una storia esemplare i ragazzi dell'ITIS di Cosenza)****, e sempre di più valorizzare in ogni modo le eccellenze che si manifestano."*

(Il Presidente emerito della Repubblica Giorgio Napolitano)

Ennio Gaudio, dirigente scolastico nel periodo che ha visto l'Istituto "A. Monaco" trionfare in Brasile

"Ci riempiono di orgoglio le parole del Presidente della Repubblica Giorgio Napolitano, pronunziate durante il discorso per l'inaugurazione dell'anno scolastico 2014-15, alla quale l'ITIS Monaco ha avuto l'onore di partecipare, aprendo anzi la manifestazione, con la performance che gli ha assicurato la vittoria ai Mondiali di Robocup a Joao Pessoa, in Brasile, nel luglio 2014. Essere di nuovo ospiti di questo prestigioso evento, ci dà grande soddisfazione e riconoscimento per il nostro impegno. Ancora una volta l'ITIS è stato infatti in campo per dare di più, non ovviamente nel senso della quantità, ma in quello assai più stimolante della qualità.

Le vittorie della Robocup Italia a Pontedera (Pisa) prima e della Robocup mondiale dopo, insieme ad altri ambiti riconoscimenti che sono stati dati ai nostri alunni dei diversi indirizzi di studio, ci confermano che la linea intrapresa della didattica innovativa ed inclusiva, rivolta verso le tecnologie d'avanguardia, sta pagando. Pensiamo all'Elettronica, in cui un nostro alunno si è qualificato al primo posto per un'idea innovativa nel campo della domotica assistita; al riconoscimento ottenuto dalla Confindustria, che ha dato ai ragazzi l'opportunità di essere apprezzati a livello nazionale grazie alla loro …"idea d'impresa", con la creazione di INTERPET, una innovativa soluzione per la distribuzione di cibo agli animali domestici, in remoto, da qualunque parte del mondo; o al terzo posto ottenuto da un nostro studente alla competizione regionale "Nanocalabria 2014", organizzato dalla Regione Calabria in collaborazione con l'Accademia delle nanotecnologie di Gagliato (CZ) e con lo Houston Methodist Institute.

Peraltro, questa collaborazione continuerà nell'anno scolastico 2015-2016: è stato infatti recentemente approvato dal MIUR con D.D. 2216/T2 il progetto 'Nanoscienza che passione', che ha per finalità l'erogazione di corsi sulle nanotecnologie a docenti ed allievi del nostro Istituto, con un eccellente impatto divulgativo su tale innovativa tematica.

Insomma l'ITIS Monaco" si sta distinguendo per le sue eccellenze in ogni indirizzo.

Per un Dirigente scolastico tutto ciò è motivo di grande orgoglio , ma anche la conferma che l'impegno, la passione profusi, il gioco di squadra tra studenti, docenti, personale ATA e dirigenza sono la strada giusta su cui puntare per un'offerta formativa sempre più ampia e stimolante; una traccia significativa nella società, ma con l'occhio rivolto al mondo del lavoro, come già ha dimostrato negli ultimi anni la fattiva collaborazione con alcune delle più importanti aziende italiane (NTT, Telecom, Enel…)

Il nostro lavoro per i giovani, dunque, è in linea con un'idea educativa moderna e funzionale alle legittime aspettative delle nuove generazioni".

Brasile (2014)

E' il Centro Congressi di Joao Pessoa, città a nord di Rio de Janerio, la sede delle finali internazionali Robocup 2014. Sono le ore 16:00 del 24 Aprile 2014.

Il conduttore chiama sul palco i vincitori delle varie categorie di gara..ed ecco!..annuncia che la squadra dell'ITIS "Monaco" di Cosenza, è **"WORLD TECHNICAL CHAMPION"** per la categoria Dance-Teather Under19. Non sembra vero: una gioia incontenibile e una commozione straordinaria colgono tutti noi, docenti e studenti.

Cosa si poteva desiderare di più, docenti e studenti di un istituto tecnico, che essere insigniti del titolo di 'CAMPIONI DEL MONDO DI TECNICA'? Il titolo era nostro! E questo dopo avere gareggiato con squadre che rappresentavano scuole provenienti da Germania, Stati Uniti, Giappone, Israele, Hong Kong e altri paesi ancora.

La Robocup è una rete internazionale che ha l'obiettivo di promuovere la robotica nelle scuole di ogni ordine e grado, oltre che nelle università, di Europa, America, Asia, Africa.

A ciascun livello di età si può scegliere di partecipare a diverse

categorie di gara (Dance-Teather, Soccer, Rescue). Ogni anno si svolgono, in ognuna delle nazioni partecipanti, le selezioni nazionali.

La squadra vincitrice nella propria categoria ha il compito di rappresentare la propria nazione nelle finali mondiali che si svolgono a rotazione nei vari continenti.

Itimonaco5 è la squadra che nel 2014 ha rappresentato il 'Monaco' nella selezione nazionale prima e nella trasferta brasiliana poi.

Luca Salatino, Salvatore Gigliotti, Agostino Rizzo, Giulio Paladino, Simone Pizzi, Angelo Montesarchio, Francesca Filippelli i componenti 'giocatori'; "presidente", il Dirigente scolastico Ennio Guzzo; "allenatore", il Prof. Remo Scavello.

Accompagnatore per le finali di Joao il Prof. Giuseppe Alimena, fattivamente molto vicino alla squadra.

Sarebbe però limitativo motivare il risultato ottenuto in Brasile solo con le capacità, le intuizioni e il lavoro svolto da un gruppo di studenti e docenti.

Certamente lo sforzo produttivo messo in atto da Itimonaco5 dal Novembre 2013 al Luglio 2014, sia nella fase di progettazione che in quella di realizzazione, è stato improntato alla generosità e alla abnegazione: quanti pomeriggi passati nei laboratori dell'Istituto a discutere, decidere, costruire, testare!

Alla base di questo successo, però, va aggiunta la capacità di un intero istituto di rendere possibile un evento oneroso sia dal punto di vista organizzativo (non è facile trasportare una grande quantità di dispositivi tecnologici e di suppellettili a così grande distanza) che finanziario.

Se ci si sofferma, infatti, a valutare lo sforzo innovativo che l'Istituto 'Monaco' ha messo in atto in questo ultimo decennio, appare evidente quanto il successo ottenuto in Brasile sia da considerare il coronamento di un lungo percorso costellato da eventi, risultati, collaborazioni intraprese e portate avanti con spirito innovativo. E ciò, sia nell'ambito della ricerca, sia nella didattica attiva, con l'obiettivo di offrire ai propri allievi continue opportunità di crescita, mettendosi in 'gioco' con le proprie competenze, la propria creatività, le proprie attitudini.

Ripercorriamo, dunque, le tappe fondamentali di questo ormai lungo cammino, che certamente resterà nella storia e nella memoria non solo del 'Monaco', ma di tutto il territorio cui l'Istituto appartiene, quello della provincia di Cosenza e della Calabria.

(2004-2006) Avvio attività

Il "Monaco" è stato indubbiamente la prima scuola secondaria della nostra regione ad introdurre la robotica nella propria didattica, iniziando già nel 2004-2005 le prime esperienze con la cosiddetta 'robotica educativa'.
Una pratica pedagogica, con la quale non solo si raccoglieva l'invito formulato dalla rete **ENIS (European Network Innovative Schools)**, cui il 'Monaco' appartiene fin dal 2003, ma con cui addirittura si anticipavano le linee guida del MIUR (Direttiva n°93 del Dicembre 2009) che indicavano tale innovativa metodologia didattica come prioritaria in tema di ampliamento dell' Offerta Formativa, poiché in grado di offrire agli insegnanti nuovi strumenti che permettono una didattica attiva, in cui l'apprendimento è stimolato e motivato.
Dal 2003 il Monaco, quindi, ha assunto, nel proprio territorio un ruolo di riferimento nell'ambito della robotica, sia quella cosiddetta 'educativa' che quella basata sull'uso sinergico di tecnologie varie e, spesso, con soluzioni tecnologicamente avanzate.

Innumerevoli le iniziative di formazione nel settore della robotica varate nel nostro territorio dal 'Monaco' dal 2004 a seguire:

• corsi PON e POF e corsi di formazione specifici per scuole medie di primo grado;

• corsi e-learning per docenti della provincia (progetto Minerva 'Robot a Scuola');

• gare di robotica tra scuole medie del territorio (FOTO A4).

Una recente conferma del lavoro svolto dall'Istituto è venuta dai brillanti riconoscimenti ottenuti dall' IC Zumbini di Cosenza, sia nella fase nazionale della Robocup Jr Under 14, che nelle finali mondiali tenutesi nel recente mese di Luglio a Hefei, in Cina. Alunni e docenti dell' IC Zumbini hanno saputo, infatti, mettere proficuamente a frutto le attività di formazione e il continuo supporto tecnico che i docenti del 'Monaco' hanno loro fornito con continuità e fattivo spirito di collaborazione.

Il fatto che le attività curriculari dell'Istituto siano state da sempre orientate verso le tecnologie dell'automazione, all'interno dei corsi storici di meccanica ed elettrotecnica e, successivamente, verso quelle dell'informazione e della comunicazione (informatica, elettronica), certamente ha costituito il 'background' ideale per sviluppare iniziative didattiche basate sulla robotica.

Una specifica esperienza, fortemente indicativa della vocazione dell'intero Istituto verso il contesto tecnologico della robotica, è stato il progetto **"Laboratorio comandato in remoto via Internet"**, un'applicazione concreta finalizzata al controllo a distanza di un robot antropomorfo.

Tale esperienza, pubblicata agli Atti di Didamatica 2003, è stata concretamente dimostrata e presentata all'interno della manifestazione TED - Genova 2003, ed inserita in GOLD, il portale curato dall'INDIRE che documenta e premia - anno per anno - le migliori pratiche scolastiche.

A questo primo periodo, caratterizzato da molteplici iniziative ed attività di collaborazione con scuole locali e reti di robotica nazionali, ha fatto seguito la felice intuizione che la collaborazione con scuole europee, attraverso le misure previste dall' EU, avrebbe offerto ai giovani cosentini grandi possibilità di arricchire il proprio bagaglio culturale oltre che tecnologico.

La partecipazione al programma europeo LLP (Life Long Programme) attraverso due **Comenius** multilaterali, **EUROV e MITEU**, e al più recente Erasmus Plus, **EURLAB,** ha dato infatti agli studenti ed ai docenti del 'Monaco' la possibilità di allargare gli orizzonti applicativi delle loro conoscenze tecniche, in particolare quelle robotiche, attraverso un contatto continuo ed una collaborazione costruttiva con scuole di tutta Europa, coniugando in modo originale le competenze tecniche con la creatività .

1. EUROV (2006-2009)

EUROV (**EUropean ROVer**, 2006-2009) è stato svolto in partenariato tra sei scuole di Italia, Francia, Germania, Portogallo, Polonia, Spagna. Finalità di EUROV è stata la progettazione e realizzazione di una rete di 'rover', controllabili sia in locale che in remoto via web.
Una stretta integrazione, quindi, tra tecnologie robotiche (elettronica, meccanica, informatica) e della comunicazione.
Come noto, i 'rover' sono quella tipologia di robot utilizzati per effettuare esplorazioni in località lontane e/o non raggiungibili dall'uomo.

Ne è un tipico esempio quello utilizzato per esplorare la superficie di Marte.
EUROV, analogamente, ha voluto creare una rete di sei rover, uno per ogni istituto partecipante, costituente un sistema di esplorazione tra queste scuole e dando, quindi, una possibilità di collegamento e contatto permanente tra studenti europei di diversa nazionalità.

Uno dei motivi alla base del successo dell'idea progettuale è stato senza dubbio quello di avere rispettato le competenze e le peculiarità di ogni singola scuola nella individuazione e assegnazione dei rispettivi compiti.
Il rispetto del 'background' e delle vocazioni didattiche di ogni istituto ha assicurato, inoltre, una ricaduta didattica positiva e duratura nel tempo.
Con questi presupposti, i vari task sono così stati distribuiti:

- Francia: struttura meccanica
- Germania: elettronica di controllo a bordo del rover
- Spagna: sistema di alimentazione
- Portogallo: sensoristica
- Polonia: realizzazione del sito web con glossario
- Italia: realizzazione del software per il controllo in locale e in remoto

Le funzionalità del pannello di controllo, sviluppato da docenti e studenti del 'Monaco' in ambiente LabView della National Instruments, hanno assicurato le seguenti prestazioni principali:

- rilevazione in tempo reale di eventuali rover attivi nelle altre scuole remote;
- possibilità di selezione del rover da pilotare, tra il proprio in locale oppure tra uno di quelli disponibili in remoto;
- gestione delle password per le operazione di login;
- invio dei comandi per la movimentazione del rover sotto controllo;
- ricezione delle immagini e dei dati ambientali provenienti dal rover sotto controllo
- impostazione dei parametri TCP/IP per la gestione delle connessione di rete

Gli allievi che hanno lavorato per circa due anni durante le varie fasi del progetto, in una continua collaborazione e sinergia con altri studenti europei, hanno così seguito un percorso sicuramente da considerare un valido esempio di **concreta progettualità**.

Il sistema tecnologico realizzato era, alla fine delle attività 'ufficiali', perfettamente funzionante e attinente alle specifiche iniziali, se pur suscettibile di essere aggiornato anche in accordo con l'evoluzione delle tecnologie impiegate e di rappresentare, quindi, un continuo 'caso' di studio per le classi che si sono succedute e si succederanno negli anni.

La ricaduta didattica nelle normali attività curriculari delle scuole partecipanti è stata, infatti, garantita dalle seguenti scelte strategiche:

- realizzazione dei rispettivi compiti durante le normali attività curriculari e nelle strutture laboratoriali interne alle scuole;
- ove possibile, l'utilizzo di dispositivi standard, come per esempio quelli per le connessioni wireless

La correttezza di tali scelte è stata confermata dal fatto che la struttura realizzata nel progetto è ancora oggi, a distanza di diversi anni dal completamento ufficiale delle attività, ripetutamente utilizzata come esemplificazione pratica di argomenti curriculari.
A conferma della bontà dell'idea progettuale, EUROV ha ottenuto l' E-Quality Label come miglior Comenius nell'annualità 2009 sia in Francia che in Germania che in Italia.

MITEU SHOW (2009-2011)

MITEU (**Music Innovation Technology European Show**, 2009-2011) è un Comenius multilaterale completamente ideato e coordinato dall'Istituto 'Monaco'.
Ha avuto come obiettivo la progettazione e realizzazione di uno show musicale-multimediale eseguito da una 'band transnazionale' formata da docenti e studenti di Italia, Francia, Germania, Grecia, Romania, Lettonia, Repubblica Ceca. Tutto l'impianto musicale, scenografico, multimediale, le tecnologie di scena, compreso l'uso di vari robot per l'arricchimento delle stesse, è stato interamente definito e realizzato dai partecipanti.

Largo uso è stato fatto delle TIC non solo per lo scambio di dati e informazioni di progetto, ma soprattutto per l'apprendimento e l'arrangiamento a distanza dei brani musicali.
MITEU ha voluto dare agli allievi di sette scuole europee la possibilità di mettere in gioco le proprie competenze e le proprie abilità tecniche in un contesto creativo molto vicino alla sensibilità e, di fatto, alla vita degli adolescenti appartenenti a realtà socio-culturali diverse.

Nelle intenzioni iniziali era prevista la semplice esecuzione di qualche brano musicale nello stretto ambito normalmente disponibile all'interno degli istituti scolastici (aula magna o teatrino scolastico).

L'entusiasmo mostrato da tutti i partecipanti, però, unitamente alla creatività e al desiderio di esprimersi di cui i nostri allievi sono diffusamente dotati, ha fatto sì che i prodotti realizzati siano alla fine andati, come quantità e qualità, oltre ogni più rosea aspettativa.

Lo show è stato quindi ospitato in importanti teatri comunali in

tre diverse date: Essen (Germania) - Dicembre 2010; Parigi - Febbraio 2011; Cosenza -Teatro Rendano- Aprile 2011.

L'utilizzo di diverse tecnologie ha permesso ai ragazzi coinvolti una progettazione e un controllo 'artigianale' delle scenografie e degli effetti di scena. Per la realizzazione di video e grafiche di scena sono stati utilizzati software di *computer grafica* ed *editing video*, spesso facenti parte del normale curriculum didattico delle scuole partecipanti.

Lo stesso controllo delle luci e di piccoli laser ha impegnato non poco i ragazzi che, anche in questo settore, hanno mostrato come le competenze scolastiche possono essere utili e gratificanti, se arricchite da creatività e fantasia.

Il 'filo narrativo' dello show è stato basato sull'interazione tra uomo e robot e sui possibili pericoli che un uso errato delle tecnologie può avere nella nostra vita.

Potrebbero i robot prevalere sull'uomo?

Per rappresentare in modo creativo questo filo conduttore, è stato fatto uso di diversi apparati tecnologici:

- i rover del precedente progetto Eurov;
- diversi robot umanoidi (Robonova), opportunamente programmati e anch'essi sincronizzati con le coreografie di scena e con la performance musicale;
- un dirigibile di notevoli dimensioni, telecomandato in radio frequenza che, volteggiando nello spazio teatrale, ha lasciato esterrefatti gli spettatori;
- diversi robot autocostruiti, su cui sono state installate strutture luminose.

Alla fine delle attività, sono stati realizzati, sempre con l'uso di competenze e software comunemente trattati nei programmi scolastici:

- un sito web;
- un CD contenente tutti i brani musicali ;
- un DVD con il completo racconto di tutte attività, in particolare dei live show.

Questi prodotti sono una testimonianza indelebile di una esperienza che ha arricchito la **crescita professionale** ma, soprattutto, **umana** dei protagonisti del progetto.

EURLAB (2014- 2017)

'EURLAB' (European Robotic Laboratory) è un **ERASMUS+ KA2**, recentemente approvato e finanziato dalla Comunità Europea. Il progetto, di durata triennale (2014-2017), è stato presentato in partenariato con il Liceo 'Louis Armand' di Parigi e con l' Istituto Tecnico Heinz-Nixdorf di Dusseldorf. Un ulteriore consolidamento della collaborazione tra questi tre Istituti che, da quasi un decennio, produce risultati lusinghieri, coma i sopra descritti EUROV e MITEU SHOW.

Nello spirito degli Erasmus Plus, recente misura dell'EU finalizzata a promuovere la collaborazione e la mobilità tra studenti e docenti, EURLAB sintetizza le sue finalità nell'acronimo **CCC: Connect-Collaborate-Create.**

Il progetto, infatti, vuole mettere in connessione il più alto numero possibile di studenti delle tre scuole, con l'obiettivo di sperimentare, attraverso una concreta collaborazione, metodologie didattiche innovative, prendendo come ambito concreto la robotica e le cosiddette 'fablab', i nuovi ambienti multidisciplinari di fabbricazione.

'Flipped classroom', 'learning by doing', sono le metodologie didattiche che si vogliono utilizzare nel processo di progettazione e realizzazione di dispositivi concreti, in questo caso appartenenti al mondo della robotica. Tali metodologie didattiche mettono realmente l'allievo al centro dell'attività formativa, impegnato in prima persona a pensare e realizzare esperienze di progettualità concreta.

Il progetto ha ottenuto dalla Comunità Europea il punteggio di 99/100, uno dei più alti in Europa!

Di conseguenza, esso verrà finanziato quasi per l'intera somma richiesta per lo svolgimento delle attività: 330.000€.

La quota destinata al nostro Istituto, quasi un terzo dell'intero budget, permetterà di allargare questa esperienza formativa ad un alto numero di studenti del 'Monaco'.

Il progetto ha già ottenuto una prima alta considerazione: l'ESA, Agenzia Spaziale Europea, ha chiesto infatti un incontro, tenutosi in Belgio nel Febbraio 2015, per poter valutare la possibilità di avviare una fattiva collaborazione.

Ancora, il Ministero dell'Istruzione Francese ha manifestato l'intenzione di monitorare lo svolgimento delle attività ed i risultati che si otterranno, al fine di trarre utili indicazioni per il processo di innovazione della scuola francese. Insomma... una nuova grande opportunità per il 'Monaco'!

2. Rete internazionale Robocup JR (2011-2014)

La prima partecipazione dell'Istituto 'Monaco' alla rete Robocup Junior si è svolta nell'anno scolastico 2011-2012. L' Under 19 era il livello di età. La categoria di gara è stata, quell'anno e nei successivi, la cosiddetta 'Dance-Theater'. Probabilmente la più impegnativa. Infatti la 'sfida' di chi compete in tale modalità è quella di costruire strutture robotiche che, in modo creativo, eseguano 'performance' in sincronia con l'uomo. La valutazione della esibizione tiene conto non solo degli aspetti tecnici, ma anche dell'originalità dell'idea, dell'estetica e della difficoltà di preparazione. Se a tutto questo si aggiunge la difficoltà nel trasporto e nel rimontaggio di tutto il necessario in tempi brevissimi (ogni squadra ha a disposizione non più di 3 minuti per preparare la propria esibizione!), è facile comprendere la difficoltà enorme di tale categoria, che mette a dura prova le capacità organizzative, oltre che tecniche, delle squadre.
Riva del Garda (Trento) la sede delle selezioni nazionali Robocup Junior nel 2012.

Itimonaco1 il nome della prima squadra del Monaco.

Lo spirito che la accompagnava era:

"...andiamo a fare esperienza..., magari l'anno prossimo saremo competitivi."

Invece, un grosso lavoro di preparazione unito ad una lettura attenta dei regolamenti e alla grande creatività dei componenti la squadra, ha fatto sì che si arrivasse a Riva del Garda con una bellissima esibizione dal titolo **'No more walls', 'Mai più muri'**. In essa due robot umanoidi autocostruiti erigevano in sincronia con degli umani, al ritmo di 'Another Brick on the Wall' dei Pink Floyd, un muro in blocchi di polistirolo. Dopodiché un altro robot demoliva la costruzione. Il tutto, a simboleggiare che se le tecnologie possono separare, le stesse tecnologie, se opportunamente utilizzate, contribuiscono a unire.

Tutta la movimentazione di scena si basava su un sofisticato sistema di sincronizzazione wireless messo a punto da Itimonaco1. Ampio l'uso di sensori e software di controllo realizzato all'interno dell'Istituto.

Anche le musiche, le immagini, i video sono stati completamente realizzati dai ragazzi della squadra.

Risultato? **PRIMO POSTO!**

Si! Incredibile! Successo pieno al primo tentativo!

E pensare che la maggior parte delle altre squadre concorrenti provenivano dai più titolati istituti tecnici del Nord Italia. Grande felicità e autostima al top!...

Ma anche, ovviamente, grande responsabilità: si trattava ora di rappresentare l'Italia alle finali mondiali che si sarebbero svolte a Città del Messico nel Luglio 2012.

La preparazione della trasferta si rivelava subito estremamente impegnativa. Trasportare dieci persone e un grande armamentario di dispositivi e apparati di scena era una impresa non facile, anche in considerazione delle esigenze finanziarie che tale prova richiedeva.

Ma il grande impegno di tutto l'Istituto consentiva di partecipare ad un evento che, pur non essendosi concluso con l'affermazione dell' ITIS Monaco, ci ha consentito di vivere un'esperienza di inestimabile valore che si sarebbe rivelata preziosa già dopo due anni!

Nell'edizione dell'anno successivo, tenutasi a Pescara, la nuova squadra, **Itimonaco3**, consolidava la reputazione dell'Istituto conquistando un brillante secondo posto.

L'esibizione si basava questa volta sulla esecuzione di una tarantella 'live', eseguita da un robot percussionista e da due strumentisti 'umani': chitarra e fisarmonica. Una ballerina, un robot in costume calabrese, seguiva il ritmo della musica. Sullo sfondo, un fico d'india robotico 'danzava' anch'esso al ritmo della tarantella. Insomma, profumo di Calabria a profusione.

Nell'edizione del 2014 a Pontedera (Pisa), **Itimonaco5** preparava, conquistando nuovamente il primo posto, le premesse per una affermazione di livello internazionale.

Le finali mondiali di Joao Pessoa (Brasile), nel luglio 2014, mostravano le stesse difficoltà di due anni prima. Diversa, questa volta, l'esperienza maturata dai ragazzi e dai docenti del 'Monaco': maggiore cura per la scenografia, i costumi, l'estetica di tutta l'esibizione. Senza diminuirne, anzi aumentandola, la complessità tecnica che, a parere apertamente dichiarato dei giudici, è stata di fatto "INARRIVABILE" per le altre squadre. E le altre squadre provenivano da Stati Uniti, Giappone, Germania, Hong Kong ecc.

'I girasoli felici' il titolo della nostra prova: quattro girasoli robotizzati ed uno 'umano', uno alla volta irrigati da un 'giardiniere' robotico, assumevano la posizione eretta. Dopodiché i cinque girasoli, insieme ad un intero campo fiorito proiettato in un video alle spalle dell'area di scena, seguivano in perfetta sincronia tra loro il movimento 'alba-mezzogiorno-tramonto' di un sole, anch'esso robotico, che autonomamente si muoveva ergendosi sulla scena.

Voci, luci, rumori ambientali si coordinavano sincronicamente insieme a musiche tratte dalle '4 Stagioni' di Vivaldi, eseguite dal vivo da due componenti la squadra.

Complessa la movimentazione di tutti i protagonisti in scena, e la sincronizzazione tra loro, ottenuta dopo mesi di tentativi e ricerca di soluzioni affidabili, utilizzando con una grande originalità tecnologie ormai di uso comune (Arduino, Bluetooth, sensori vari)

'You are absolutely the best!'

E' stata questa l'opinione di un giudice, americano, nel comunicarci il riconoscimento da noi ottenuto.

Espressione che, per i componenti di Itimonac5, è valsa più di ogni targa o pergamena.

Ce l'avevamo fatta!

Le competenze, la passione, la creatività di studenti e docenti, le capacità organizzative della Dirigenza e di tutto il personale del 'Monaco' avevano dimostrato a tutti quello che per molti è noto da anni: che per chi ha passione, disponibilità all' impegno, voglia di investire il proprio tempo per migliorarsi in esperienze costruttive, **l'ITIS 'A. Monaco' è la scuola delle opportunità**.

Come tutto questo racconto ha dimostrato.

Un epilogo "Presidenziale"!

Non si era ancora esaurita la gioia per aver assoporato la vittoria di Joao Pessoa, che il nostro lavoro ancora ci regalava un'altra soddisfazione. Come se la nostra gioia e la consapevolezza di ciò che avevamo fatto si dovesse prolungare e confermare nel migliore dei modi!

E quale migliore epilogo, infatti, poteva essere più desiderabile che avere l'onore di essere invitati dalla Rai, su segnalazione del Ministero della Pubblica Istruzione, ad aprire con la nostra performance l'anno scolastico 2014-2015 dai giardini del Quirinale, presentati da Fabrizio Frizzi, alla presenza del Presidente della Repubblica Giorgio Napolitano.

Non è facile dire, senza cadere nella retorica, quale grande

gratificazione sia stata per la squadra, completata dal suo Dirigente, Prof. Ennio Guzzo, ricevere la stretta di mano dallo stesso Presidente Napolitano, dopo averci citato nel suo discorso di apertura dell'anno scolastico come un esempio da seguire in quanto scuola di eccellenza.

E il futuro?

Pare che si stia organizzando una Robocup intergalattica, forse nel 2020, sul pianeta Marte.

Noi siamo pronti a parteciparvi: in fondo, un gruppo di docenti e allievi di una provincia Calabrese che vince in una competizione tecnologica contro squadre Americane, Giapponesi, Tedesche, non appartiene forse ad un Istituto di...marziani?

pubblicita

TUTTI AD EXPO CON ...LA DIDATTICA

Tante proposte educative e formative ideate dalle scuole calabresi e presentate nell'Esposizione internazionale di Milano.
Il protagonismo degli studenti reso possibile grazie agli input del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca- Dipartimento dello Studente, in collaborazione con Expo 2015 e Padiglione Italia.

A Padiglione Italia sono state presenti le eccellenze italiane. Anche i progetti delle scuole calabresi hanno avuto visibilità con il racconto legato alla cultura e alle tradizioni del cibo e dell'alimentazione. Il Padiglione Italia era composto dal Palazzo Italia, dai quattro edifici sul Cardo e dalla Lake Arena, per un totale di 14.000 metri quadri.

Momenti significativi della manifestazione di premiazione delle scuole vincitrici.

EXPO 2015, UN MAGICO VIAGGIO NELL'UNIVERSO DELLA NUTRIZIONE RACCONTATO DAI RAGAZZI

DIEGO BOUCHÈ
DIRETTORE GENERALE – UFFICIO SCOLASTICO REGIONALE PER LA CALABRIA

Grazie ad un dialogo costante e continuo, fin dal 2014 si è sviluppato con tutte le scuole della Calabria un buon progetto di lavoro che ha visto ogni scuola attenta a collaborare, attraverso le proprie peculiarità, ottimizzando interventi di ricerca e di didattica, azioni innovative e concrete sia sul piano scientifico che su quello organizzativo e professionale. Le tematiche educative trattate hanno stimolato momenti di riflessione e contribuito a rafforzare la qualità dei risultati della Scuola regionale. Fra queste azioni si sono consolidati ed ampliati legami ed iniziative culturali con gli Atenei della Regione, come la collaborazione con questa rivista, aperta alla documentazione di esperienze formative di spicco, realizzate in ambiente didattico.

Sono particolarmente soddisfatto di presentare i migliori progetti attuati dalle scuole sui temi di Expo 2015, a partire dall'esperienza maturata dall'Istituto Tecnico Industriale "Monaco" di Cosenza (di cui si parla ampiamente nella rivista), con la vittoria del campionato mondiale 2014 RoboCup Junior (categoria "dance challenge"), sottolineata nella sua importanza dal rettore dell'Unical, Gino Mirocle Crisci, e dal direttore del dipartimento di Matematica e Informatica Nicola Leone. Vittoria per la quale alla scuola è stato consegnato un attestato di merito, durante una cerimonia organizzata dalla stessa Università cui ho partecipato con viva emozione.

Un percorso tematico appassionante si è sviluppato con Expo 2015.

Le tematiche di *Nutrire il Pianeta, Energia per la vita,* affrontate con azioni di informazione, approfondimenti e sensibilizzazione condotti assieme alle Scuole della Regione, per attuare il Piano di iniziativa ministeriale della Direzione per lo Studente col Direttore Giovanna Boda e il Gruppo di Lavoro coordinato da Giuseppe Pierro, ha consentito ad un gran numero di scolaresche il cammino lungo i viali di Expo.

I percorsi didattici prodotti per l'occasione dalla scuole calabresi e presentati a *Vivaio scuole* del Padiglione Italia di Expo, sono stati numerosi, ben confezionati, originali, nell'intento di apportare un fattivo contributo ai progetti lanciati dall'Esposizione universale.

Nelle proposte si spazia dalla cooperazione internazionale per la sicurezza alimentare all'accesso al cibo e alla lotta allo spreco, dall'educazione alimentare ai racconti e canti dei prodotti mediterranei, dagli orti didattici e percorsi salutistici, fino ad una "app" per leggere le etichette dell'olio di oliva. E ancora, laboratori multidisciplinari anche in peer tutor, consigli per fare la spesa, raccolta dei tappi in sughero per costruire pannelli per bioedilizia, libri virtuali, videogiochi divertenti, prodotti multimediali per conoscere le qualità del cibo, abiti costruiti con materiali di riciclo e persino un testo "rap" con coreografie "break dance" che invitano a scegliere prodotti locali e di stagione.

Certamente l'occasione offerta da Expo 2015 per la produzione di laboratori didattici, vissuta con impegno dalle scuole, partecipata e condivisa dalle famiglie, da associazioni ed enti locali, da gruppi di interesse, contribuirà significativamente ad accrescere la qualità educativa della scuola c alabrese.

CONCORSO NAZIONALE "LA SCUOLA PER EXPO"

VINCITORI E TEMATICHE

I.I.S.	OPPIDO MAMERTINA	ARDUINO E TECNOLOGIA NFC PER LA SICUREZZA, LA TRACCIABILITÀ E L'ANTICONTRAFFAZIONE ALIMENTARE
I.C. "F.LLI BANDIERA"	SAN GIOVANNI IN FIORE	NUTRIBENE
I.C. "T.CAMPANELLA"	BADOLATO	PROFUMI E SAPORI DELLA NOSTRA TERRA
I.C. N. I "ZUMBINI"CAPOFILA LICEO SCIENTIFICO PEZZULLO -CS	COSENZA	IRIS – INCREMENTARE LA RELAZIONE TRA INFORMAZIONE E SALUTE

ECCELLENZE E TEMATICHE

SCUOLA PARITARIA SNAILY	TAVERNA DI MONTALTO UFFUGO	NUTRILANDIA E L'AIUOLA VA A SCUOLA
IC NOCERA TERINESE	NOCERA TERINESE	COLTURA&CULTURA: LA CIPOLLA DI CALABRIA "THE WOMEN IN RED"
IC N.II PLESSO MONACHELLE	ROSSANO	TUTTI A TAVOLA IN ARMONIA
IC G. CALOPRESE	SCALEA	DALLA TERRA ALLA TAVOLA:IL CEDRO
SCOPELLITI GREEN	ROSARNO	NATURA AMICA
IC O.LAZZARINO	GALLICO RC	TESORI E SAPORI DELLA CALABRIA
ISS DIAMANTE – CS CAPOFILA CON AGRARIO DI SCIGLIANO E I. P.S.I.A DI S. AGATA D'ESARO	DIAMANTE	PITAGORA MUNDUS
IIS GIANVINCENZO GRAVINA+DONEGANI	CROTONE	CONSUMO MIRATO : PIANETA SALVATO!
IIS LUIGI EINAUDI	PALMI	FARE BENE CONVIENE: STOP ALLO SPRECO ALIMENTARE
LICEO SCIENTIFICO P.METASTASIO	SCALEA	LA MIA TERRA È TUTTA LA TERRA

SCUOLE IDONEE E TEMATICHE

L.S. "L. SICILIANI" CAPOFILA	CATANZARO	WELCOME TO HOLLYWOOD

SCUOLE IDONEE E TEMATICHE

L.S. "L. SICILIANI" CAPOFILA	CATANZARO	WELCOME TO HOLLYWOOD
ITC "GRIMALDI - PACIOLI"	CATANZARO	IL MORSELLO: DA ALIMENTO DI SOPRAVVIVENZA A TRADIZIONE CULINARIA ED OPPORTUNITA' TURISTICO/ GASTRONOMICA
I.I.S. "FERMI"	CATANZARO	LA NOBILTÀ DI UN CIBO POVERO: IL MORZELLO (MORSEDDHU)
I. I. SUP. "G.MARCONI"	SIDERNO	IL RISPETTO DELL'AMBIENTE PERLA SALUTE E IL BENESSERE DELLA PERSONA
L.S. "P.MAZZONE" ROCCELLA - GIOIOSA IONICA	ROCCELLA IONICA	SAPORI E SAPERI DELLA TERRA CALABRA
I.C. "V.ROMA-SPIRITO S."	COSENZA	SOS SALUTE: COME RIMANERE IN FORMA
IPSAR	PAOLA	TRADIZIONE A TAVOLA
I.C. "MEGALI " MELITO ROCCAFORTE	MELITO DI PORTO SALVO	MELITO DA GUSTARE E DA SCOPRIRE
I.I.S. "MALAFARINA"	SOVERATO	IPSEO@TIC-(INTER)CULTURA DELL'ALIMENTAZIONE
IST. ISTR. SUP."AUGUSTO RIGHI"	REGGIO CALABRIA	MAGNA CALABRIA
I.I.S. "G.RENDA"	POLISTENA	I SAPORI DEL VIAGGIO: TRADIZIONE LOCALE- CULTURE DEL MONDO
I.I.S. "M.MORELLI" - "D.COLAO"	VIBO VALENTIA	MANGIASTORIE
IST.ISTR.SUP. "L. NOSTRO/L.REPACI"	VILLA SAN GIOVANNI	FOOD PROCESSING: "TRADIZIONI AGROALIMENTARI REGGINE"
I.C. "PERRI-PITAGORA"	LAMEZIA TERME	LA SALUTE VIEN MANGIANDO
L.S. "A.GUARASCI"	SOVERATO	DAI SAPERI CONTADINI LA RISORSA
SCUOLA PRIMARIA PARIFICATA CATERINA TROIANI	REGGIO CALABRIA	DALL'OLIVO ALL'OLIO
ISTITUTO ISTRUZIONE SUPERIORE "S.PERTINI"	CROTONE	GOOD FOOD - CIBO E ARTE CIBO E CULTURA
ITI "PANELLA /VALLAURI"	REGGIO CALABRIA	DALL'ORTO ALLA TAVOLA: IL CONTRIBUTO DELLA DONNA CALABRESE NELLA PREPARAZIONE DEI CIBI DELLA TRADIZIONE EGASTRONOMICA LOCALE
I.I.S. "IPSAR-IPA- ITI"	SAN GIOVANNI IN FIORE	IL NETTARE DI ENOTRIA
L. S. "A. VOLTA"	REGGIO CALABRIA	CIBO E CULTURA

CONCORSO NAZIONALE TOGETHER IN EXPO

TOGETHER IN EXPO 2015
www.togetherinexpo2015.it

LaFabbrica
COMMUNICATION EDUCATION MARKETING

VINCITORE *Fascia d'età 14-19" -* THE FINAL

LICEO SCIENTIFICO – LINGUISTICO " PIETRO METASTASIO "	**SCALEA-CALABRIA-ITALY**	HERE WE ARE: HERBS!
GEMELLATO CON CARE2FEEDMALTA GIRLS SECONDARY SCHOOL ST THERESA	**STREET BIRKIRKARA MALTA**	HERE WE ARE: HERBS!

SCUOLE IDONEE

I. I. SUP. "G.MARCONI"	**SIDERNO**
IC PRAIA A MARE	**PRAIA A MARE**
IC "JERACE"	**POLISTENA**
SCUOLA DELL'INFANZIA PARITARIA "ARCHIMEDE"	**REGGIO CALABRIA**
IIS LUIGI EINAUDI	**PALMI**
IC "DE AMICIS"	**BAGALADI-SAN LORENZO- MELITO P.S.**

CONCORSO NAZIONALE ENPAB

(*Ente di previdenza ed assistenza per i Biologi liberi professionisti* **)**

"Insegnamento della cultura e della consapevolezza alimentare nel rispetto coerente dell'ambiente"

VINCITORI

I.C. PERRI-PITAGORA "	**LAMEZIA TERME. CZ**
I.C. "SCOPELLITI GREEN"	**ROSARNO**
IC " VIA ROMA- SPIRITO SANTO	**COSENZA**
I.C. "G. CALOPRESE"	**SCALEA**
IC "DON MILANI –DE MATERA"	**COSENZA.**

AVVISO REGIONALE UFFICIO SCOLASTICO REGIONALE PER LA CALABRIA "TUTTI AD EXPO"

VINCITORI E TEMATICHE

IIS "IPSSS-ITAS NITTI" COSENZA	**"VESTIAMOCI NATUR@LMENTE"**
IIS "L.COSTANZO" DECOLLATURA	**LA DIFFUSIONE DI UNA SANA ALIMANTAZIONE, LA TUTELA DELLE COLTURE LOCALI, LA SPERIMENTAZIONE DI GLOCALISMI ALIMENTARI TRA GLI STUDENTI, I GIOVANI E LE FAMIGLIE DEL REVENTINO**
I.C. "L.DOCIMO" ROSE	**"MOVIMENTO ED AIUOLA VANNO A SCUOLA"**
LICEO STATALE "L. DELLA VALLE" COSENZA	**"TUNING THE WORLD"**
L.SC. "GALIEO GALILEI"LAMEZIA T.	**"GREEN ECONOMY MADE IN CALABRIA- SUGHERO IMMONDIZIA ? NO BIOEDILIZIA!"**
I.I.S. "R. PIRIA" ROSARNO	**"EXPO ALL TOGHETHER"**
LICEO SCIENTIFICO-LINGUISTICO "PITAGORA" RENDE	**"CIBO PER LA MENTE"**
I.C. "MONTALTO SCALO" MONTALTO UFFUGO	**"CLIL EXPO 2015"**
I.C. CERISANO	**"MANGIO DUNQUE ASCOLTO.ASCOLTO DUNQUE GUSTO"**
I.C. "A. AMARELLI" ROSSANO	**"LE STRADE DEL BENESSERE"**
IPSIA "A.BARLACCHI" CROTONE	**"NUTRIMENTO NOSTRUM"**
I.C. "G.BIANCO" SERSALE	**TUTTI AD EXPO "IL CIBO TRA CUL,TURA, INNOVAZIONE E GLOBALIZZAZIONE IN DUE PICCOLE COMUNITÀ SERSALE E ZAGARISE**
I.OMNICOMPRESIVO PIZZO	**TUTTI AD EXPO "ALGHE, UN MONDO DI CIBO PER IL FUTURO"**
I.C. CAMPO CALABRO-SAN ROBERTO	**"A SPASSO TRA NUTRIZIONE, BENESSERE, CULTURA"**
I.C. "CARDUCCI-V.DA FELTRE" REGGIO CALABRIA	**"EDUCHIAMOCI MANGIANDO"**
I.OMNICOMPRENSIVO S.DEMETRIO CORONE	**"IL CIBO E' GUSTO E CONOSCENZA"**
I.C. "ROSMINI" CROTONE	**A PRANZO CON MILONE**
I.C. DON MILANI-DE MATERA - CS	**GREEN SCHOOL AND GOOD FOOD**
I.C."MANZONI-AUGRUSO" LAMEZIA TERME	**TUTTIADEXPO**
I.C. "DON G. MARAZITI" MARCELLINARA	**TUTTI AD EXPO "OLIO E… DINTORNI: DAI SAPORI AI VALORI DEI PRODOTTI CALABRESI"**
I.C. "MURMURA" VIBO	**"ALLA SCOPERTA DI UNA SANA ALIMENTAZIONE"**
I.C . "G. RODARI" SOVERIA MANNELLI	**"MANGIO, DUNQUE PENSO, DUNQUE SONO"**
IIS IPSIA "MARCONI" COSENZA -L.S. ITC "GUARASCI" ROGLIANO	**"GOOD LUNCH"**
I.T.A.S. "CHIMIRRI" CATANZARO	**"FOOD LAB"**
IIS "IPSIA-ITI" GIOVANNI MAZZONE CARIATI	**"LE ERBE OFFICINALI DELLO JONIO…TRA LA RISCOPERTA DELLA RICCHEZZA DEL PASSATO ED UN FUTURO AGRO-INDUSTRIALE"**
IIS "G.DE NOBILI" CATANZARO	**"TUTTI AD EXPO PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE"**
IIS "LS-IPSCT" CARIATI	**"NUTRIRE IL CORPO E LA MENTE MANGIANDO ERBE SPONTANEE COMMESTIBILI E OFFICINALI DEL NS TERRITORIO PER UNA VITA FUTURA PIU' SANA"**
I.C. RENDE – QUATTROMIGLIA- CS	**TUTTI AD EXPO "3 ESSE:SALUTE-SAPERI-SAPORI"**
I.C. BELLO-PEDULLA'-AGNANA -RC	**IL TERRITORIO-SALUTE BENESSERE-**
I.C. DON MILANI -LAMEZIA T.	**TUTTI PER EXPO**
IIS "FRANC.LA CAVA" BOVALINO	**"SAPERE I SAPORI"**
I.OMN. FILADELFIA	**TUTTI AD EXPO "IMPARARE A NUTRIRSI (ANCHE A SCUOLA)"**

AD EXPO, NOI CI SIAMO

GIULIO BENINCASA
Componente Gruppo di Lavoro "Scuole per EXPO"
Ufficio Scolastico Regionale per la Calabria

Nel dicembre 2013 è stato firmato ufficialmente il Protocollo d'intesa tra il Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca (MIUR) e Expo 2015 S.P.A., in collaborazione con il Padiglione Italia. Nel Protocollo sono state stabilite le linee guida del Progetto Scuola, per sensibilizzare tutti gli studenti sul Tema: «Nutrire il Pianeta, Energia per la Vita».
A partire dall'anno scolastico 2013-2014, e in particolare nel corso del 2014-2015, insegnanti e studenti sono stati invitati a partecipare ad un «percorso» didattico, che, partendo dal lavoro in classe sul Tema di Expo Milano 2015, ha portato alla visita al Sito Espositivo lasciando un'eredità di contenuti ed esperienze alle generazioni future.
Per supportare il lavoro delle classi e stimolare docenti e studenti sul tema "Nutrire il Pianeta, Energia per la Vita", Expo 2015 ha messo a disposizione dei docenti video e materiali da utilizzare come spunti di riflessione per ricerche e attività in classe, tra i quali:

- materiali grafici e informativi, come ad esempio poster, locandine, mappe e immagini del Sito Espositivo, folder o presentazioni.
- materiali di approfondimento, quali interviste, info-grafiche, schede didattiche.

Il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca ha visto e colto in EXPO 2015 un'opportunità unica per la conoscenza e il rafforzamento dei diritti sociali connessi alla salvaguardia e alla tutela del territorio e dei doveri che ne conseguono per i cittadini. Tale sfida è stata raccolta di buon grado dall'Ufficio Scolastico Regionale per la Calabria, nella convinzione che, per salvaguardare e tutelare il proprio territorio occorre conoscerlo e metterlo in relazione e in rete con le attività produttive significative soprattutto nel campo dell'agro-alimentare. La conoscenza e l'approfondimento di luoghi, storie e lavorazioni dei prodotti tipici ha offerto al mondo della scuola, su un piatto d'argento, la possibilità di sensibilizzare le giovani generazioni alle tematiche sociali legate ad alimentazione e ambiente, rendendole protagoniste del proprio benessere e sostenitrici di una cultura della tradizione, della filiera produttiva, della sicurezza alimentare e della crescita sostenibile.
Per promuovere la partecipazione delle scuole e favorire la comprensione del messaggio educativo di EXPO 2015, il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca ha lanciato per l'a.s. 2014-2015 due Bandi rivolti alle scuole dal titolo "La Scuola per EXPO 2015" e "Together in EXPO 2015" ai quali hanno aderito oltre 2 milioni di studenti.
Il Bando "La Scuola per EXPO 2015" ha inteso invitare docenti e studenti a sviluppare strumenti conoscitivi e comunicativi, basati sull'utilizzo delle tecnologie digitali, inerenti alle tematiche di EXPO 2015. A tal fine, il MIUR ha lasciato ampia libertà metodologica ed espressiva all'iniziativa di docenti e studenti richiedendo loro di proporre idee e realizzare percorsi di formazione interdisciplinare sul tema *Nutrire il Pianeta, Energia per la Vita,* e sui seguenti sottotemi: la scienza e la tecnologia per la sicurezza e la qualità alimentare, la scienza e la tecnologia per l'agricoltura e la biodiversità, l'innovazione della filiera agroalimentare, l'educazione alimentare, l'alimentazione e gli stili di vita, il cibo e la cultura, la cooperazione e lo sviluppo nell'alimentazione. Al Bando hanno aderito e partecipato circa 1.500 scuole.
Il secondo Bando, *Together in EXPO 2015*, si è collocato in modo strategico all'interno del panorama internazionale di EXPO 2015 invitando le scuole italiane ed estere a gemellarsi e a realizzare progetti di comunicazione sui temi dell'alimentazione sostenibile, solidale ed equa. *Together in EXPO 2015* ha reso e continuerà a rendere protagoniste le scuole di tutto il mondo, grazie a una piattaforma multimediale a forte impronta social, attiva da ottobre 2014, in lingua italiana, inglese e francese, che presenta materiali didattici e contributi di esperti attraverso video, info-grafiche e documenti interattivi. Le scuole italiane ed estere, unite in gemellaggio attraverso la piattaforma multimediale, hanno potuto e possono confrontarsi sul tema EXPO 2015, conoscere i rispettivi contesti agroalimentari, sviluppare insieme idee e progetti presentati e in fase di presentazione a Milano.
La piattaforma ha visto la partecipazione di oltre 3.400 docenti iscritti, 2 milioni di studenti provenienti da 72 Paesi e più di 30.000 missioni educative svolte dai ragazzi.
Il dettaglio delle informazioni è reperibile sul portale dedicato http://www.togetherinexpo2015.it/
Inoltre, ad esposizione aperta, il Ministero ha promosso, in collaborazione con gli Uffici Scolastici Regionali, i bandi *Tutti ad EXPO* e *L'eredità di EXPO*. Le proposte progettuali sono arrivate nel mese di agosto 2015. Per la Calabria sono state tutte valutate positivamente e, grazie ad un contributo economico, tutte le scuole partecipanti al bando hanno potuto visitare EXPO 2015. All'appello, le scuole calabresi hanno risposto: "presenti! Noi ci siamo!".

CON EXPO ALIMENTIAMO IL CORPO E LA MENTE

GIOVANNA GIULIA BERGANTIN
Componente Gruppo di Lavoro "Scuole per EXPO"
Ufficio Scolastico Regionale per la Calabria

E' stata un'esperienza gratificante, occasione di crescita professionale ed umana preziosa seguire i tanti percorsi didattici, ideati e realizzati, appositamente per Expo 2015, dagli studenti di varie età della nostra Regione.
Nello sviluppo delle fasi operative degli interventi si è stabilito un sincronismo crescente tra le azioni di informazione, sensibilizzazione e diffusione dei bandi promossi dal MIUR con i gruppi di lavoro ministeriale e regionale e la partecipazione, l'interesse e il consenso da parte degli studenti, delle loro famiglie, dei dirigenti e docenti delle scuole.
I bandi indicavano requisiti tecnici e didattici impegnativi, ma stimolanti, proponevano spunti di riflessione che interessavano ambiti eterogenei di più discipline e coinvolgevano attivamente, suggerendo metodologie innovative e sperimentali, sia studenti che docenti. Bisognava, in definitiva, approntare e perseguire percorsi educativi laboratoriali ed esperienziali in grado di coinvolgere gli studenti nella produzione di contenuti originali e di alto valore scientifico.

Con un lavoro di squadra sono stati elaborati progetti innovativi seguendo un itinerario didattico assai articolato ispirato ai temi *Nutrire il Pianeta, Energia per la vita*. Tanti gli spunti di riflessione sviluppati in classe che hanno permesso di affrontare il dibattito globale sull'alimentazione, aprendo nuovi orizzonti culturali per gli studenti e stimolando la ricerca di nuove metodiche per gli insegnamenti. Momenti di confronto e banco di prova per la comparazione dei differenti prodotti didattici redatti nell'Exhibition Project e presentati in ambienti esterni, inusuali per gli studenti. Partecipare non è stato un gioco, tantomeno un semplice viaggio d'istruzione, ma la chance che ha portato a potenziare l'acquisizione di competenze non solo interdisciplinari ma anche organizzative, comunicative e relazionali, perché essere protagonisti a Padiglione Italia di Expo 2015 ha significato avere una importante opportunità per rappresentare e ben comunicare il progetto che il gruppo-classe ha ideato. Un'occasione da cogliere, perfetta per porsi al centro del mondo ed entrare in una competizione allargata che vede in ridda non solo il mondo della scuola, ma anche la presenza e il giudizio di quello produttivo ed economico. Mettersi in gioco, relazionarsi con un pubblico vasto e plurilingue(tutti i lavori sono stati presentati in più lingue), l'entusiasmo di approntare materiali e contenuti validi, corredati da documenti del proprio lavoro di ricerca e sperimentazione, sono stati alcuni elementi proattivi di questa proposta formativa ed educativa.
D'altro canto, le iniziative messe in campo, oltre ad avere un ovvio ed evidente impatto sulla qualità della didattica, per gli obiettivi propri richiesti dai bandi ministeriali e regionali, hanno moltiplicato le occasioni di collaborazione e di scambio sia per quando riguarda la componente docente che quella studentesca. Un elemento da tenere in considerazione è il ricorso alla conoscenza delle lingue straniere e la continua ricerca per la valorizzazione delle specificità locali. Un ulteriore dato da osservare è il livello di attenzione, notevolmente cresciuto, di partners qualificati e competenti che partecipano e si interessano all'educazione alimentare, sanitaria e ambientale verso il mondo giovanile. Molte istituzioni, associazioni ed enti, come l'azienda sanitaria di Cosenza o il Comune di Rossano, hanno accompagnato le scuole e contribuito ad affermare un sistema allargato di opportunità e di confronto che rappresenta un indiscutibile valore aggiunto dei Progetti.

LA CALABRIA A VIVAIO SCUOLE

MARIA STELLA FRANCO
Componente Gruppo di Lavoro "Scuole per EXPO"
Ufficio Scolastico Regionale per la Calabria

Come garantire la salute al Pianeta e nutrirlo per il prosieguo degli anni? Quale formula utilizzare per bilanciare il gusto dei cibi e la salute? Quali sono stati e come cambieranno nel futuro i processi produttivi, i prodotti alimentari, le tendenze di consumo e gli stili di vita?
Su questi ed altri quesiti, si sono interrogati centinaia di studenti di ogni età delle scuole della Calabria, offrendo un ventaglio di soluzioni e proposte argomentate che, nell'anno dell'Esposizione internazionale di Milano, hanno contribuito certamente al dibattito sulla salute del pianeta e dei suoi abitanti.

Le azioni intraprese dalle Scuole della nostra Regione, hanno fotografato momenti didattici molto articolati attinenti punti di interesse anche complessi, implicanti metodiche operativo- laboratoriali finalizzate a realizzare prodotti originali da presentare nelle sale di Vivaio Scuole.
L'attuazione dei progetti educativi, ha visto il coinvolgimento di più insegnanti e l'uso di metodologie e strumenti didattici idonei alla realizzazione e alla documentazione dei percorsi. Perché il lavoro risultasse integrato con la programmazione curriculare e gli interventi disciplinari, è stata verificata non solo la completezza dei contenuti elaborati, ma anche la loro chiarezza espositiva.
Nella complessa macchina organizzativa di Expo 2015, le scuole, dopo il protocollo d'Intesa ministeriale, hanno risposto positivamente, aderendo sia agli appelli istituzionali che iscrivendosi direttamente sul sito on line.
Successivamente, Padiglione Italia è diventata meta obbligata delle delegazioni studentesche, poiché nell'ambito degli appuntamenti nazionali di Vivaio Scuole, il Progetto scolastico è diventato oggetto di presentazione specifica.
Gli studenti, alla presenza di dirigenti, docenti, genitori e rappresentanti delle istituzioni partner, in due ore hanno presentato, in più lingue, gli argomenti oggetto di studio, illustrando l'esperienza acquisita.

Il cammino delle scolaresche è stato costantemente supportato dai gruppi di lavoro ministeriali dedicati, da organizzazioni ad hoc e dal nostro gruppo regionale.
Ad aprire la strada a Vivaio Scuole è toccato, in maggio, ai piccolissimi della scuola dell'infanzia di Santa Caterina dello Jonio- Badolato che, successivamente, nell'iniziativa di premiazione promossa a Catanzaro dal direttore generale dell'USR Diego Bouchè, hanno raccontato dal vivo la loro esperienza, insieme agli studenti delle altre scuole vincitrici.

I.C. CAMPANELLA BADOLATO

SCHEDA DI PRESENTAZIONE
Progettazione e realizzazione proposta/e per EXPO 2015

Parte descrittiva:

Dati generali

1 Titolo del progetto	Profumi e sapori della nostra terra; "Mani in pasta" Vincitore del Primo Premio per la scuola dell'Infanzia
2 Denominazione Scuola Capofila di Rete con : Indirizzo: Telefono: Fax: E-mail:	**Istituto Comprensivo Statale "Tommaso Campanella"** **Nazionale** **Badolato 88060 (CZ)** **0967 814185** **0967 811939** **czic818007@istruzione.it** **www.icbadolato.gov.it** **prof.ssa Marcella Crudo** **Ins Lamanna Carmela**
3 Partner Enti, Agenzie, Università, altro:	esperto esterno in panificazione: Caterina Fiorenza
4 Team di Progetto: Dirigente S. Docenti Partner Responsabile del progetto	Dirigente: prof.ssa Marcella Crudo Docenti: Daniela D'Angelo, Rosa Emilia Colubriale; Personale ATA: Caterina Benvenuto; Esperto esterno: Caterina Fiorenza; Maestra: Carmela Lamanna.
5 Tipo di Bando a cui si è partecipato	La scuola per Expo 2015
6 Target di riferimento: Alunni- studenti delle classi partecipanti con riferimento ad indirizzo di studio, plesso frequentato e luogo	*Scuola dell'infanzia seconda sezione, plesso di Santa Caterina M.na*

7 Descrizione sintetica del progetto (finalità, azione previste) illustrazione degli obiettivi	*Il progetto nasce dalla consapevolezza che il cibo non è solo qualcosa legato alla sopravvivenza della persona ma porta con sé storia e abitudini di vita che raccontano molto sull'evoluzione dell'uomo e le sue fasi di crescita. E' importante che anche nella scuola dell'infanzia il bambino acquisisca atteggiamenti e modelli comportamentali che caratterizzino il suo futuro stile di vita, con riflessi positivi e negativi sulla salute; l'esigenza di fornire corrette abitudini ai bambini percorre trasversalmente famiglie e istituzioni educative. E' evidente quindi come, educare ad una sana e corretta alimentazione, sia un obiettivo primario e diventi così indispensabile: " Impara a mangiare".*

Parte metodologica e scientifica:

1. *Indicazione del percorso progettuale, dei prodotti elaborati e degli aspetti innovativi delle azioni realizzate*	*Il percorso che ci siamo proposti parte da una approfondita analisi di tutto ciò che porta alla realizzazione del pane, un alimento molto comune nella nostra cultura. I bambini impareranno a conoscere gli alimenti che lo compongono, il loro valore nutritivo ma anche riscoprire il gusto ed il profumo di ciò che vediamo sulla nostra tavola.* *In una prima fase, attraverso rappresentazioni grafiche, i bambini verranno a conoscenza di come si arriva alla realizzazione del pane partendo dalla semina del chicco di grano. In una fase più operativa, saranno loro stessi i protagonisti di questo gustosissimo alimento. Attraverso il gioco e la simulazione ripercorreranno tutte le fasi della produzione del pane rivivendo anche momenti di vita di un passato non così lontano; uno spaccato della nostra cultura che non deve perdersi. Verrà attivata la ricerca di filastrocche popolari sul pane da musicare e da imparare a cantare.*

2 Descrizione della metodologia /ie di insegnamento e apprendimento che si sono adottate	*L'attività prevede la riscoperta di tradizioni e antichi modi di vita del territorio e la realizzazione di un' aula da dedicare interamente al lavoro da svolgere per la produzione del pane: impastare la farina con acqua, sale, lievito; formare dei panetti; farli lievitare e infornarli nel forno a legna con l'aiuto degli adulti.* *Il lavoro si svolgerà in un piano emotivo e partecipativo allargando lo sguardo al passato, considerando cosa è il cibo per noi oggi e ipotizzando il domani;* *I ragazzi scopriranno le tradizioni e gli antichi midi di vita del territorio in cui sono nati e vivono, e opereranno confronti con l'evoluzione del presente per comprendere quali siano i valori e le tradizioni da conservare e trasmettere per migliorare la qualità del nostro futuro.* *Il percorso, a carattere interdisciplinare, permetterà lo studio di discipline diverse e la possibilità di presentare gli argomenti sotto il profilo: linguistico, storico-geografico, scientifico, artistico.* *Il percorso tende:* • *Ad effettuare un'indagine storico- geografica per i individuare i prodotti alimentati tipici;* • *Alla valorizzazione degli aspetti emotivo-sensoriali collegati al cibo e all'educazione del gusto;* • *A sperimentare, il laboratorio, vari tipi di cibo (manipolare, gustare, decorare,….)*
3 Esposizione dei risultati, delle possibili utilizzazioni in ambito scolastico anche in prospettiva interdisciplinare futura e considerazioni conclusive	*L'esperienza realizzata è stata riportata in un power point, in un video ipertestuale inviato al concorso,un video ipertestuale a sintesi di tutta l'attività inviato all'USR della Calabria, al padiglione Italia " Vivaio scuola", all'assessorato turismo della regione Calabria (il video è stato utilizzato nella prima settimana di settembre presso il padiglione Calabria, all'EXPO 2015), pubblicato sul sito della scuola www.icbadolato.gov.it*
4 Bibliografia e sitografia utilizzata	*Siti di studio e di ricerca sugli aspetti storico culturali :* *dal seme al grano e dal chicco al pane;* *Notizie fornite dagli esperti esterni ;* *Testimonianze di persone che prestano lavoro presso le aziende produttrici di pane nel comprensorio di Badolato.*

Il dirigente
prof.ssa Marcella Crudo

I.C. FRATELLI BANDIERA
S. GIOVANNI IN FIORE

Parte descrittiva:

Dati generali

1 Titolo del progetto	"***Nutribene***"
2 Denominazione Scuola Capofila di Rete con : Indirizzo: Telefono: Fax: E-mail:	Istituto Comprensivo "F.lli Bandiera" Via Rovello 20 - 87055 San Giovanni in Fiore (CS) 0984 992949 0984 975881 csic8aw00q@istruzione.it - csic8aw00q@pec.istruzione.it www.fratellibandiera.gov.it
3 Partner Enti, Agenzie, Università, altro): 1) 2)	/
4 Team di Progetto: Dirigente S. Docenti Partner Responsabile del progetto	Dirigente: Dr. Giuseppe Riccardo Succurro Docenti: Madia Barbara – Pignanelli Rosa - Abbruzzino Giuseppina – Iaquinta Tommasina Docente Referente: Pignanelli Rosa
5 Tipo di Bando a cui si è partecipato	"***LA SCUOLA PER L'EXPO 2015***", Concorso indetto dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca.
6 Target di riferimento: Alunni/studenti delle classi partecipanti con riferimento ad indirizzo di studio, plesso frequentato e luogo.	N. 30 alunni di scuola primaria, classi 1☐ A e 1☐ B del Plesso San Francesco, Via Carlo Levi 87055 San Giovanni in Fiore (CS)

• 7. Descrizione sintetica del progetto (finalità, azioni previste) Illustrazione degli obiettivi.	La finalità principale del progetto didattico è stata quella di offrire ai ragazzi un'opportunità di riflessione sull'importanza del cibo visto in relazione all'impatto che il suo utilizzo, più o meno corretto, ha o potrebbe avere sull'ambiente sociale, economico e culturale. Il lavoro è stato centrato sull'educazione alimentare al consumo consapevole e sostenibile e si è sviluppato, nel corso dei mesi (da Ottobre 2014 a Gennaio 2015), attraverso riflessioni sul mangiare bene, sugli inutili sprechi di cibo, sul cibo spazzatura, sui nutrienti presenti nei vari cibi, incontri con esperti della nutrizione, con enti e associazioni territoriali locali (Pro.Loco, Comune, giornali e TV locale) adattamento di canzoncine, realizzazione di pannelli tematici e un'artistica esposizione di cibi di vario genere preparati dai genitori.

Parte metodologica e scientifica:

• 1. Indicazione del percorso progettuale, dei prodotti elaborati e degli aspetti innovativi delle azioni realizzate	Considerata l'età degli alunni, l'attività delle classi 1☐ A e 1☐ B **è stata orientata alla realizzazione di un preciso percorso interdisciplinare**, che si è sviluppato nel corso di più mesi, teso alla conoscenza del *mangiare bene* e della possibilità di ridurre, anche in ambito familiare, gli sprechi alimentari. Sono stati realizzati , dai bambini, pannelli espositivi e disegni mentre i genitori hanno collaborato ad una esposizione artistica del buon cibo. Quanto realizzato è confluito in un prodotto finale rappresentato da uno spot su supporto digitale. La realizzazione del progetto ha rappresentato momenti importanti di crescita e conoscenza nonché di integrazione continua tra le due classi prime e tra le rispettive famiglie, in un clima di coinvolgimento e partecipazione sia a livello scolastico che extra-scolastico. Innovativa, senz'altro, l'esperienza quasi cinematografica della realizzazione dello spot, con riprese in diretta alla presenza di un' operatore televisivo.
• 2. Descrizione della metodologia/ie di insegnamento e apprendimento che si sono adottate.	Il progetto si è sviluppato, nel corso dei mesi (da Ottobre 2014 a Gennaio 2015), attraverso riflessioni sul mangiare bene, sugli inutili sprechi di cibo, sul cibo spazzatura, sui nutrienti presenti nei vari cibi. In un'ottica interdisciplinare, si è adottata una metodologia centrata sull'educazione alimentare al consumo consapevole e sostenibile. Le insegnanti hanno adottato strategie di insegnamento-apprendimento diversificate e coerenti con le problematiche di volta in volta affrontate, pertanto ci si è avvalsi di lezioni frontali tradizionali, di utilizzazione della LIM per giochi e approfondimenti, momenti di incontro con tutte le insegnanti del team, incontri con esperti del settore nutrizionale, adattamento di canzoncine, letture di libri, realizzazione di pannelli tematici e un'artistica esposizione di cibi di vario genere preparati dai genitori..

3 Esposizione dei risultati, delle possibili utilizzazioni in ambito scolastico anche in prospettiva interdisciplinare futura e considerazioni conclusive.	Il prodotto finale del lavoro è stato uno spot (su supporto digitale) che i bambini e le insegnanti, in collaborazione con le famiglie, hanno realizzato e inviato al Ministero . L'attività si presta ad essere un punto di riferimento per la realizzazione futura di prodotti didattici integrati che tengano conto della conoscenza e dell'utilizzo di supporti informatici accanto a quelli didattici più tradizionali. Una maggiore varietà metodologica che permette, se ben utilizzata, il raggiungimento di più obiettivi educativi e l'acquisizione delle competenze richieste da una società in continua evoluzione. In quest'ottica la scuola, si pone proprio come l'ambiente privilegiato nel quale veicolare valori e contenuti fondamentali, per conoscere diritti e doveri verso il cibo ma anche acquisire il senso del "rispetto" nei riguardi di un ambiente, purtroppo, sempre più penalizzato e all'interno di una società sempre più varia e articolata.
• 4 Bibliografia e sitografia utilizzata	Sito ufficiale di EXPO 2015- Frutta nelle scuole- Scatti di gusto-Rai EXPO –da You tube Cartoni sui 5colori della salute - Softwear didattico.it – mammarum .com- - wise society, People for the future- food art per bambini- green me.it. -Manuale di Educazione alimentare - Giunti – Mariangela Caturano , Amalia di Sante-.- La fabbrica di cioccolato Roald Dahl, Salani, 1994 - Tutti a tavola! Paola Rodari, Anna Curti, Emme, 1997- Altri Libri in dotazione della Biblioteca scolastica

I.C. ZUMBINI CON PEZZULLO

Parte descrittiva:

Dati generali

1 Titolo del progetto	***"I.R.I.S. - Incrementare la relazione fra Informazione e Salute".***
2 Denominazione Scuola Capofila di Rete con : Indirizzo: Telefono: Fax: E-mail:	Istituto Comprensivo Cosenza I Zumbini Capofila di Rete con l'Istituto d'Istruzione Superiore "Pezzullo" di Cosenza. Via R. Misasi snc, 87100 Cosenza 0984/21859 0984/74216 csic89700c@istruzione.it
3 Partner Enti, Agenzie, Università, altro): 1)	
4 Team di Progetto: Dirigente S. Docenti Partner Responsabile del progetto	D.S. Prof.ssa Maria Gabriella Greco IC Cosenza I Zumbini Docenti: Gualtieri Maria, Ippolito Edwige, Nicoletti Maddalena D.S. Dott.ssa Policicchio Elisa I.I.S. Pezzullo Docenti: Bartella Costantina, Leonetti Liliana, Nicoletti Adalgisa, Aragona Maria Eugenia.
5 Tipo di Bando a cui si è partecipato	Bando MIUR - Concorso per le scuole primarie e secondarie di I e II grado: - ***LA SCUOLA PER EXPO 2015*** -
6 Target di riferimento: Alunni/studenti delle classi partecipanti con riferimento ad indirizzo di studio, plesso frequentato e luogo.	Alunni delle classi IIC IIG e IIH della Scuola Secondaria di Primo Grado Zumbini di Cosenza, e studenti delle classi IIA Amministrazione Finanze Marketing, IVA Liceo Scientifico con opzione Scienze applicate dell'Istituto "Pezzullo" di Cosenza .

• 7. Descrizione sintetica del progetto (finalità, azioni previste) Illustrazione degli obiettivi.	Il progetto***: "I.R.I.S. - Incrementare la Relazione fra Informazione e Salute",***nasce con l'intento di sensibilizzare le giovani generazioni alle tematiche sociali legate all'alimentazione e all'ambiente, a sostegno di una cultura della sicurezza alimentare e di crescita economica sostenibile connessa anche alle risorse ed al patrimonio di conoscenze del proprio territorio.

Parte metodologica e scientifica:

• 1. Indicazione del percorso progettuale, dei prodotti elaborati e degli aspetti innovativi delle azioni realizzate	Il progetto, sviluppato da novembre 2014 a gennaio 2015, ha previsto una prima fase di incontro fra i docenti della rete per la pianificazione delle attività; una seconda fase, svolta nelle classi per la raccolta delle varie informazioni e la selezione delle notizie più interessanti relative ai prodotti tipici calabresi con particolare attenzione al cedro. La fase successiva è stata prettamente laboratoriale e si è svolta in collaborazione con l'Istituto Pezzullo che ha visto gli alunni impegnati in tecniche di estrazione dell'essenza del cedro, di rilevazione della vitamina C nel frutto e nella preparazione della marmellata di cedro. Oltre all'aspetto sperimentale di quest'ultima fase, è importante sottolineare l'attività di tutoring da parte del gruppo di studenti dell'Istituto Pezzullo verso i ragazzi della scuola media nell'analisi e realizzazione dei prodotti.

Parte metodologica e scientifica:

• 1. Indicazione del percorso progettuale, dei prodotti elaborati e degli aspetti innovativi delle azioni realizzate	Il progetto, sviluppato da novembre 2014 a gennaio 2015, ha previsto una prima fase di incontro fra i docenti della rete per la pianificazione delle attività; una seconda fase, svolta nelle classi per la raccolta delle varie informazioni e la selezione delle notizie più interessanti relative ai prodotti tipici calabresi con particolare attenzione al cedro. La fase successiva è stata prettamente laboratoriale e si è svolta in collaborazione con l'Istituto Pezzullo che ha visto gli alunni impegnati in tecniche di estrazione dell'essenza del cedro, di rilevazione della vitamina C nel frutto e nella preparazione della marmellata di cedro. Oltre all'aspetto sperimentale di quest'ultima fase, è importante sottolineare l'attività di tutoring da parte del gruppo di studenti dell'Istituto Pezzullo verso i ragazzi della scuola media nell'analisi e realizzazione dei prodotti.

• 2. Descrizione della metodologia/ie di insegnamento e apprendimento che si sono adottate.	Il progetto ha implicato la messa in gioco di metodiche di insegnamento/apprendimento diverse dalla classica didattica trasmissiva che, soprattutto per l'insegnamento delle materie scientifiche, spesso si rileva inappropriata ed inefficace. Le attività laboratoriali, dunque, sono state privilegiate in quanto esse garantiscono l'integrazione efficace di conoscenze e abilità. L'uso della didattica laboratoriale ci ha portato a riconsiderare tempi e modi dell'apprendimento ed a passare da un modello di scuola basato su apprendimenti formali verso un apprendimento basato su compiti e progetti da realizzare, nel quale gli alunni hanno operato da protagonista in una dimensione concreta, significativa e collaborativa. Durante le attività i ragazzi hanno abbandono la logica della ri-produzione del sapere per fare spazio alla ri-costruzione, re-invenzione delle conoscenze. Ecco che le esperienze pratiche in laboratorio sono state le vere protagoniste del progetto, che nella prima fase, attraverso il brain storming, ha stimolato gli alunni a confrontarsi ed organizzare le proprie conoscenze. Nella seconda fase del progetto, svolta nei laboratori di chimica e biologia dell'istituto Pezzullo, l'apprendimento fra pari ed il cooperative learning hanno consentito ad allievi di ordini di scuola diversi di interagire in un processo di scambio di ruoli particolarmente proficuo in termini di apprendimento. Nell'ultima fase si è privilegiato l'aspetto strumentale con la conoscenza e l'uso di apparecchiature di laboratorio come l'estrattore Soxhlet per l'estrazione dell'essenza di cedro. All'interno dell'estrattore c'è un "ditale" di carta riempito delle bucce di cedro per la estrazione delle essenze, con solventi idonei e basso bollenti, per evitare di degradare le molecole profumate che sono "delicatissime". Il suo funzionamento si basa sul principio del "sifone" cioè sulla differenza di pressione tra il contenitore sottostante, un pallone di vetro dal collo smerigliato e quello sovrastante il cuore del Soxhlet con le essenze da estrarre.

3 Esposizione dei risultati, delle possibili utilizzazioni in ambito scolastico anche in prospettiva interdisciplinare futura e considerazioni conclusive.	La ricerca e le analisi sul cedro che è un frutto che caratterizza una parte della nostra Provincia, ha dato l'opportunità ai ragazzi partecipanti non solo di approfondirne la conoscenza di questo prodotto autoctono, ma anche di scoprirne gli effetti benefici sulla nostra salute, nonché gli usi alimentari basti pensare alla possibilità di ottenere dal cedro della marmellata, che può essere realizzare in modo semplice e genuino. Il percorso progettuale può essere utilizzato per futuri lavori interdisciplinari che vedono coinvolte diverse materie come biologia, ecologia, chimica, fisica, informatica, storia, religione, ecc. Si può dire, quindi, che il progetto, così strutturato, ha consentito di raggiungere diverse finalità non solo in termini di apprendimento, ma anche di acquisizione di una coscienza ecologica orientata verso un consumo più responsabile e sostenibile delle risorse.

pubblicita

gerenza pubblicita

pubblicita