

TRASCRIZIONE PROLUZIONE PROF.SSA S. MARCHESAN - UniTS

Buon pomeriggio, è un grande onore per me essere qui oggi e nel tempo a mia disposizione vorrei condividere con voi la mia visione di come la ricerca possa contribuire al progresso sociale.

La popolazione mondiale sta per raggiungere i 7,5 miliardi, di cui la maggior parte vive nei paesi meno sviluppati, indice che nonostante tutto il progresso fatto finora, ancora non abbiamo trovato delle soluzioni efficaci per garantire i diritti fondamentali e una sufficiente qualità di vita alla maggior parte degli esseri umani. Questa situazione si riflette anche nei giovani di oggi, di cui 9 su 10 si trovano in situazioni di svantaggio. Ma saranno le loro scelte e le loro idee a forgiare il futuro, pertanto se l'innovazione è nelle loro mani, diventa fondamentale la loro educazione, permettere l'accesso agli studi (anche universitari) anche a coloro che hanno poche risorse a disposizione, e favorire i processi di internazionalizzazione.

Se guardiamo la situazione globale, vediamo dei dati allarmanti, con un grosso calo di biodiversità negli ultimi 50 anni, destabilizzazione del clima, creazione di molte realtà senza risorse, con conseguente generazione di conflitti e grandi migrazioni. Sono tutti effetti molto tangibili. Questo è il risultato di un modello di vita non sostenibile per cui, per soddisfare i bisogni di una popolazione mondiale in continua crescita, abbiamo sfruttato eccessivamente le risorse del pianeta, creando pressioni e minacce insostenibili. Occorrono quindi nuove soluzioni efficaci e globali per cambiare urgentemente la traiettoria dell'umanità e per garantire un futuro equo e duraturo.

Tuttavia un aspetto positivo c'è. La diversità scientifica e di pensiero è una ricca risorsa per l'innovazione. La scienza, soprattutto se sostenibile ed accessibile, quindi in grado di fornire soluzioni semplici da implementare e a basso costo, può raggiungere anche società con poche risorse per un impatto globale e persistente.

Quest'anno la rivista Nature ha deciso di dedicare il supplemento annuale Nature Index ad una fotografia della scienza di qualità, con il potenziale di avere un impatto concreto nella società. Ha riconosciuto paesi, istituti, e ricercatori emergenti. La fotografia denota grandi cambiamenti rispetto al passato, ma con il filo conduttore della diversità (intesa nel senso più ampio). La ricerca multidisciplinare infatti è al cuore dell'innovazione e i temi fotografati da Nature sono urgenti e globali: energia, salute, ambiente, scienza sostenibile e che sfrutta le ultime tecnologie a disposizione, inclusi i materiali più innovativi, visto che con essi costruiamo il mondo intorno a noi e quindi dettiamo il passo del progresso.

Il messaggio che emerge è che la ricerca deve essere in armonia e al passo con i tempi e deve superare il confine tra discipline e paesi per portare progresso concreto. Ma quali sono le esigenze del mondo di oggi?

Innanzitutto siamo nell'era digitale. Si parla di industria 4.0, internet degli oggetti (quindi la possibilità di controllare anche gli elettrodomestici di casa in modo remoto), intelligenza artificiale, robotica, machine learning – cioè i processi per migliorare continuamente la performance degli strumenti tecnologici che abbiamo, in modo che imparino dalle informazioni che man mano hanno a disposizione – e big data, ossia la gestione efficace e agile dell'enorme quantità di dati che generiamo a passo vertiginoso, in modo da estrarne velocemente conoscenza utile.

Poi abbiamo l'energia e l'ambiente, quindi il tema della sostenibilità; dell'economia circolare, di cui in realtà si parla già da tempo, ma che evidentemente deve essere implementata. Anche in quest'ambito, i nanomateriali intelligenti possono offrire una performance superiore ai materiali del passato, e quindi meritano una ricerca attiva per innovare. Ad esempio, i nanotubi di carbonio, che sono simili anche al grafene, di cui forse avrete sentito parlare, hanno delle proprietà uniche, sono molto resistenti ma al tempo stesso anche molto leggeri. Anch'essi però hanno dei limiti: sono molto idrofobici per cui non amano l'acqua. Tuttavia, si è visto che anche con un semplice trattamento con luce UV – che non genera rifiuti - è possibile ossidarli in modo abbastanza controllato per portarli in acqua e quindi permetterne l'uso

nell'ambito dell'energia anche in questo solvente, che è il più ecologico. Inoltre, anche altri nanomateriali al carbonio, se opportunamente modificati, possono avere una ottima performance in vari processi. Come ad esempio, la produzione ecologica di composti semplici, ma molto utili, quali l'acqua ossigenata, che conoscerete tutti. Non dimentichiamo che l'acqua ossigenata è anche un disinfettante a basso costo, e quindi importante per le società con poche risorse. Questi risultati incoraggianti sono il frutto di una sinergia multidisciplinare tra vari gruppi di ricerca eccellenti, di cui il cuore è a Trieste.

E infine la salute. Si sente parlare di teranostica – ossia di terapia e diagnostica insieme – ma anche di medicina personalizzata, di biosensori indossabili tramite ad esempio tatuaggi elettronici temporanei. Ma anche di CRISPR per modificare il DNA, e di Google Glass per permettere ai dottori di leggere in tempo reale i parametri vitali dei pazienti, senza doverli cercare tra i documenti. E poi la stampa tridimensionale dei bioinchiostri per creare organi artificiali. Anche in quest'ambito i biomateriali nanostrutturati sono fonte di innovazione, soprattutto se dinamici e in grado di adattarsi all'ambiente circostante. Ad esempio, si è visto che piccoli frammenti di proteine, se ottenuti con opportuno design, sono in grado di auto-organizzarsi in file ordinate in un processo che dalle singole molecole si amplifica fino a dei materiali visibili a occhio nudo, come i gel. L'aspetto innovativo rispetto ai gel del passato, è che questi materiali sono tenuti insieme da legami deboli, e quindi si possono comporre e scomporre secondo necessità. Se funzionali, possiamo immaginare di accenderli e spegnerli, come si fa con una lampadina. Ma soprattutto, una volta scomposti, restituiscono acqua e componenti biodegradabili, quindi a basso impatto ambientale. Pertanto, possiamo immaginare anche di combinare più elementi insieme per ottenere delle nuove proprietà. Per esempio, questi gel, se uniti ai nanotubi di carbonio, diventano in grado di auto-ripararsi. Con l'uso dei nanomateriali innovativi, si aprono quindi prospettive interessanti anche nell'ottica della rigenerazione dei tessuti, compresi quelli più difficili, come il cardiaco e il nervoso. Mi fa piacere ricordare che in questo settore sono molto attivi ricercatori di altissima qualità proprio qui a Trieste.

Spero quindi con questo *excursus* di avervi convinto del fatto che la ricerca scientifica può davvero portare progresso sociale, benessere e sviluppo economico, a patto che sia il frutto di un dialogo e collaborazione continui con l'industria e il pubblico. La creatività deve essere supportata da varie iniziative, come il Contamination Lab, lanciato dall'Università di Trieste per favorire la trasformazione delle idee a realtà imprenditoriali, e di cui abbiamo assistito al primo anno di attività.

Concludo quindi con i ringraziamenti, *in primis* al giovane gruppo di ricercatori che portano avanti il lavoro in laboratorio, agli enti che finanziano la nostra ricerca, e infine ai nostri collaboratori che ci permettono di andare oltre i confini. Tra questi, alcuni sono all'estero ma altri sono all'interno dell'Università di Trieste, e in particolare sono grata al Prof. Prato, mentore importante del mio percorso scientifico. Grazie a tutti.

ENGLISH VERSION

Good afternoon, it is a great honour for me to be here today and within the time available I'd like to share with you my vision as to how scientific research can contribute to social progress.

Human population worldwide is about to reach 7.5 billions, of which the majority lives in underdeveloped countries. This clearly indicates that, despite the progress made thus far, we haven't yet found efficient solutions to guarantee the fundamental rights and a sufficient quality of life to the majority of humans. This scenario is reflected also on today's youth, of which 90% lives in underprivileged conditions. However, it will be their choices and their ideas that will shape the future. Thus, if innovation is in their hands, instrumental will be their education, as well as the possibility to give access to studies (also at University level) to those with fewer resources available, and to favour the processes of internationalization.

If we take a look at the global picture, we will see alarming data. Biodiversity was dramatically reduced over the last 50 years, climate has become unstable, many realities have been created with lack of resources, leading to conflict, and mass migrations. All these effects are very tangible. This is the outcome of a non-sustainable life model. To satisfy the needs of an ever growing population worldwide, we have overexploited the Planet resources, creating unbearable pressure and threats. New solutions that are efficient at global level are thus sought after urgently to change our trajectory and ensure a fair and long-lasting future.

However, there is a bright side. Scientific diversity and diversity of opinions constitute a rich resource to innovate. Science can reach also disadvantaged communities, especially if it is sustainable and accessible, thus capable of providing simple solutions at low-cost for a profound and wide impact.

This year, Nature journal has dedicated its yearly supplement Nature Index to the snapshot of high-quality science with the potential to have a real impact on society. It has recognized emerging countries, institutions, and researchers for innovation. The picture shows big changes relative to the past, but with the common pillar of diversity, in its widest sense. Multidisciplinary research indeed lies at the heart of innovation, and the themes chosen by Nature are urgent and global: energy, health, environment, sustainable science that leverages on the latest technologies available. This includes the most innovative materials, since with materials we build the world around us, and thus they dictate the pace of our progress.

The message that comes across is that research must be in harmony and at the pace with our times, and it must go across boundaries between disciplines and countries to make significant progress. But what are the needs of today's world that we shouldn't neglect?

Firstly, we live in the digital era. We've heard of industry 4.0, internet of things (thus the ability to remotely control also home appliances), artificial intelligence, robotics, machine learning (*i.e.*, the processes that continuously improve the performance of our digital tools, so that they can learn as new information becomes available), and big data, thus the efficient and agile management of the huge amount of data we generate at fast pace to rapidly extract useful knowledge from it.

Next, we have energy and environment, therefore sustainability, circular economy (this is not such a new theme, yet it clearly needs further implementation). Also in this area, smart nanomaterials can offer a superior performance relative to those of the past, thus they deserve active research to innovate. For instance, carbon nanotubes, which are similar to graphene of which you may have heard, have unique properties; they are resilient yet very light. However, they also come with their limitations, such as the hydrophobic character that impedes their use in water. Nevertheless, it was demonstrated that a convenient UV light treatment can change their properties and bring them in water, to expand their use for energy in this green solvent. Besides, the treatment generates no waste. Additionally, also other carbon nanomaterial, if rationally designed, can have a great performance in various processes. For one, the green production of oxygen peroxide, which you all are familiar with, and which importantly is a cheap disinfectant, thus important for poor societies. These encouraging results were the outcome of a synergistic collaboration between several excellent research groups, of which the heart is in Trieste.

Finally, there's health. We hear talking about theranostics, which is therapy and diagnostics combined together, but also of personalized medicine, and wearable biosensors that can be temporarily printed on the skin. Then there's CRISPR technology to edit DNA, and Google Glass to allow doctors to read in real time the vital signs of a patient, without having to go through papers. Not to forget the 3D printing of bioinks to generate artificial organs. Also in this area, nanostructured biomaterials are a source of innovation, especially if dynamic and able to adapt to the environment. For instance, small fragments of a protein, if well designed, are able to self-organize in ordered stacks in a process that from single molecules gives rise to materials seen by the naked eye, such as gels. The innovative aspect is that, in contrast with

traditional gels, these ones are held together by weak interactions, thus they can easily be assembled and disassembled as needed. If functional, we can envisage switching them on/off as we do with a light bulb. Above all, once disassembled, they turn into water and biodegradable components, thus with a low impact on the environment. We can then imagine to combine multiple elements together for newly acquired properties. For example, these gels, if combined with carbon nanotubes, they acquire self-healing ability. Therefore, the use of innovative nanomaterials opens new prospects also in tissue regeneration, including the challenging targets of cardiac and nerve tissues. I am pleased to note that, on this topic, more than one excellent research group is active here in Trieste.

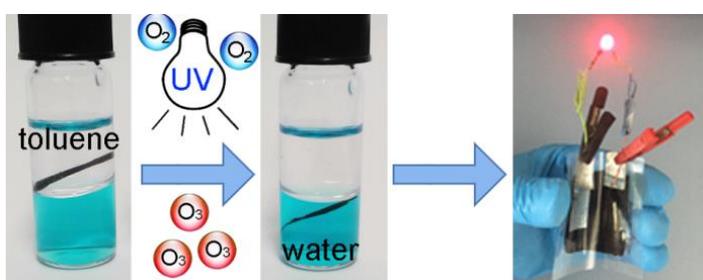
I hope that this quick journey across science has convinced you that scientific research can really create social progress, improve wellbeing and economic development, as long as it is the outcome of a continuous dialogue and collaboration with industry and with the public. Creativity must be supported through various initiatives, such as the Contamination Lab, launched by the University of Trieste last year.

In conclusion, I'd like to thank the young research group that carries on the labwork, the sponsors that support our research, and our collaborators that allow us to cross boundaries. Some of them are abroad, others are located in the University of Trieste, and amongst these, I'd like to thank above all Prof. Prato, an important mentor in my scientific journey. Thank you all for listening.

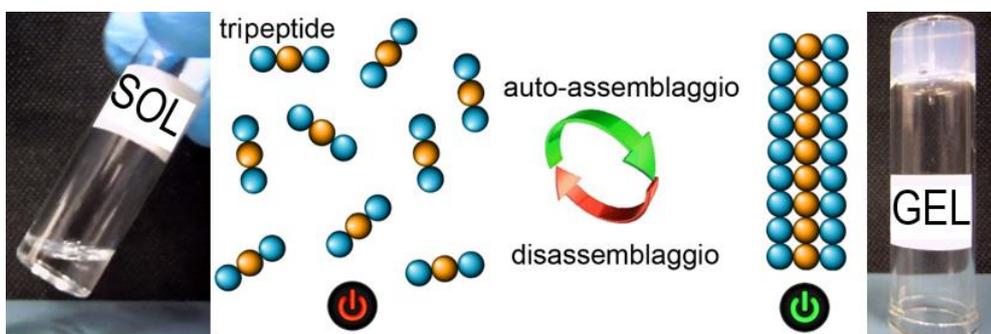
BIBLIOGRAFIA

1. UN Economic & Social Affairs Dept., Population Division (2017), World Population Prospects.
2. WWF Living Planet Report - 2018: Aiming Higher, M.Grooten, R.E.A. Almond (Eds.)
3. *Nature*, 2018, **561**, Nature Index Supplement
4. 4. Deloitte Report. Tech Trends **2018**. The symphonic enterprise.
5. A. E. Aliev, J. Oh, M. E. Kozlov, A. A. Kuznetsov, S. Fang, A. F. Fonseca, R. Ovalle, M. D. Lima, M. H. Haque, Y. N. Gartstein, M. Zhang, A. A. Zakhidov, R. H. Baughman *Science* **2009**, *323*, 1575.
6. D. Iglesias, E. Senokos, B. Alemán, L. Cabana, C. Navío, R. Marcilla, M. Prato, J. J. Vilatela, S. Marchesan. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2018**, *10*, 5760.
7. D. Iglesias, A. Giuliani, M. Melchionna, S. Marchesan, A. Criado, L. Nasi, M. Bevilacqua, C. Tavagnacco, F. Vizza, M. Prato, P. Fornasiero. *Chem* **2018**, *4*, 106.
8. M. S. Mannoor, Z. Jiang, T. James, Y. L. Kong, K. A. Malatesta, W. O. Soboyejo, N. Verma, D. H. Gracias, M. C. McAlpine. *Nano Lett.* **2013**, *13*, 2634.
9. A. M. Garcia, D. Iglesias, E. Parisi, K. E. Styan, L. Waddington, C. Deganutti, R. De Zorzi, M. Grassi, M. Melchionna, A. V. Vargiu, S. Marchesan. *Chem* **2018**, *4*, 1862.
10. D. Iglesias, M. Melle-Franco, M. Abrami, M. Grassi, M. Prato, S. Marchesan. *ACS Nano* **2018**, *12*, 5530.
11. S. Marchesan, S. Bosi, A. Alshatwi, M. Prato. *Nano Today* **2016**, *11*, 398.
12. S. Marchesan, L. Ballerini, M. Prato. *Science* **2017**, *356*, 1010.
13. www.marchesanlab.com

IMMAGINI



Un semplice trattamento con luce UV (che non genera rifiuti) permette di portare dei nanomateriali a base di nanotubi di carbonio in acqua per poterli utilizzare nell'ambito dell'energia. Ref. 6: D. Iglesias *et al.* *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2018**, *10*, 5760.



Piccoli frammenti di tripeptidi si auto-organizzano per formare gel (a destra) che si possono facilmente comporre e scomporre, restituendo acqua e componenti biodegradabili dopo l'uso. Se il gel è funzionale (ad es. nella medicina) lo si può accendere e spegnere come si fa con una lampadina. Ref. 9: A. M. Garcia *et al.* *Chem* **2018**, *4*, 1862.