

nuove forme di assistenza virtuale sono territori nuovi tutti da esplorare.

BIBLIOGRAFIA: S. GODIN, *Purple cow. Transform your business by being remarkable*, New York 2003 (trad. it. Milano 2004); P. KOTLER, *Marketing insights from A to Z: 80 concepts every manager needs to know*, Hoboken (N.J.) 2003 (trad. it. Milano 2003); W. CHAN KIM, R. MAUBORGNE, *Blue ocean strategy*, Cambridge (Mass.) 2005 (trad. it. *Strategia oceano blu. Vincere senza competere*, Milano 2015); C. ANDERSON, *The long tail: why the future of business is selling less of more*, New York 2006 (trad. it. *La coda lunga. Da un mercato di massa a una massa di mercati*, Torino 2010); M. LINDSTROM, *Buyology. Truth and lies about why we buy*, New York 2008 (trad. it. *Neuromarketing*, Milano 2013); D. TAPSCOTT, *Grown up digital*, New York 2008; R. BOTSCHAN, R. ROGERS, *What's mine is yours*, New York 2010; L. GANSKY, *The mesh: why the future of business is sharing*, New York 2010; S. CHERUBINI, S. PATTUGLIA, *Social media marketing*, Milano 2012; R. HOLIDAY, *Growth hacker marketing*, London 2013; P. KOTLER, H. KARTAJAYA, I. SETIAWAN, *Marketing 4.0*, Hoboken (N.J.) 2017 (trad. it. Milano 2017); S. GODIN, *This is marketing: you can't be seen until you learn to see*, New York 2018 (trad. it. Milano 2019); G. THUNBERG, S. THUNBERG, M. ERNMAN, B. ERNMAN, *Scener ur hjärtat*, Stockholm 2018 (trad. it. *La nostra casa è in fiamme*, Milano 2019); G. THUNBERG, *No one is too small to make a difference*, London 2019 (trad. it. Milano 2019).

SITOGRAFIA: <http://www.paulgraham.com/good.html>; <https://news.airbnb.com/a-message-from-co-founder-and-ceo-brian-chesky/>; <https://www.covidinnovations.com>.

Patrizia Boglione

MATERIALI INNOVATIVI. – MATERIALI INTELLIGENTI. MATERIALI SUPRAMOLECOLARI VIVENTI. IDROGEL. MATERIALI PER L'ENERGIA E L'ELETTRONICA. ALTERNATIVE AL CEMENTO SOSTENIBILI. TESSUTI ECOLOGICI DALLE ALGHE. COLORI E PIGMENTI INNOVATIVI. Bibliografia

I materiali per la loro importanza hanno forgiato da sempre le diverse ere dell'evoluzione umana, dall'età della pietra, del ferro, del bronzo e così via, fino ai più recenti periodi della plastica, del silicio (elettronica) e dei nanomateriali (v. NANOTECNOLOGIE). Oggi l'uomo si è reso conto che nell'attuale società globale e interconnessa, con una popolazione di oltre 7 miliardi di individui lo stile di vita umano ha un impatto notevole e tangibile sull'ambiente (siamo, infatti, nell'era dell'Antropocene), anche in termini di accumulo dei materiali di tutti quegli oggetti progettati per essere duraturi e che a fine ciclo vita non ci servono più. Non solo, l'avanzamento tecnologico e il continuo allungamento dell'aspettativa di vita hanno portato con sé nuove sfide per la nostra società a tutti i livelli, per cui il nesso tra progresso e qualità della vita non è più semplice e lineare come in passato. Ne consegue che i materiali che usiamo tutti i giorni devono essere ripensati per invertire la rotta su cui ci troviamo in termini di sfruttamento delle risorse naturali, con il conseguente ben noto impatto sugli ecosistemi e sul clima. In aggiunta a ciò, occorrono anche nuove idee

per poter rispondere alle sfide moderne che un tempo erano impensabili. Per potenziare la scoperta di nuovi materiali, anche nella chimica più moderna si applica l'intelligenza artificiale e in particolare le tecniche di *machine learning* o *apprendimento automatico* (*Machine learning in chemistry*, 2020), per cui alcuni programmi sono in grado di analizzare vaste banche dati per aiutare gli scienziati a proporre nuovi materiali che soddisfino delle proprietà desiderate ben specifiche.

A mano a mano che l'età media avanza e il nostro organismo invecchia fino ai limiti della sua durata fisiologica, si pone anche la necessità di riparare e sostituire le sue varie parti che nell'arco di una vita vengono danneggiate o consumate. Oggi anche gli impianti biomedici per la creazione di organi e arti artificiali che consentano un'elevata qualità della vita devono superare i limiti dei materiali tradizionali per raggiungere nuove frontiere anche nella medicina. La ricerca in quest'area è a 360° e verte sia su componenti duraturi e leggeri, soprattutto per riparare le parti dell'organismo che devono reggere il peso del corpo o svolgere funzioni meccaniche importanti, come gli arti, sia su biomateriali pensati per essere biodegradati in modo controllato per non lasciare traccia. In questo caso, possono essere arricchiti con cellule e sono progettati per promuovere la rigenerazione dei tessuti naturali, affinché questi nel tempo vadano a sostituire la matrice artificiale. Inoltre, anche la tecnologia è sempre più integrata nella vita intorno a noi, basti pensare a tutti gli elettrodomestici smart che possiamo controllare con lo smartphone, una cui possibile evoluzione potrà essere la sua integrazione in accessori indossabili, come gli occhiali (per es., i Google glass), o addirittura sulla nostra stessa pelle o al di sotto di essa con tatuaggi elettronici e chip integrati, soprattutto se accoppiati a sensori di valori biometrici per la nostra salute.

L'innovazione è il motore del progresso e, quindi, con materiali innovativi si intendono tutti quelli in grado di proporre nuove soluzioni e nuovi paradigmi che fino a oggi erano impensabili. L'innovazione si basa su vari livelli, *in primis* il ciclo di vita dei materiali, che idealmente devono essere inseriti in un'ottica di economia circolare (v.), dove gli scarti di un'industria possano essere valorizzati e reinseriti nel ciclo produttivo sotto nuova forma. Questo trend è molto visibile e urgente nel mondo del *packaging*, in cui si assiste a un continuo lancio di nuovi prodotti, dagli imballaggi a base di funghi cresciuti su scarti dell'agricoltura adottati da IKEA e inventati da Evocative design, alle bottigliette in carta riciclabili sviluppate da Paboco (*Paper bottle company*), al sostituto della plastica MarinaTex che si ottiene dagli scarti del pesce e delle alghe. Non solo, per calcolare l'impatto ambientale ed energetico di un prodotto dalla produzione allo smaltimento, è stata sviluppata un'area scientifica *ad hoc*, ossia l'analisi di ciclo-vita (*Life cycle assessment*, 2020).

Abbiamo assistito a un graduale, ma fondamentale spostamento di obiettivi: dai materiali indistruttibili ed ‘eterni’ che a fine uso inevitabilmente si accumulano e il cui smaltimento pone problematiche non indifferenti, si è passati oggi alla ricerca di materiali in grado di essere completamente biodegradabili, che abbiano una durata proporzionale all’uso previsto per poi non lasciar impronte con impatto negativo a fine ciclo. Se da un lato, la natura è grande fonte di ispirazione per lo sviluppo di composti che da essa siano processabili e degradabili, dall’altro ci si spinge anche oltre, in quanto gli esseri viventi stessi sono i nuovissimi modelli per i materiali di ultima generazione, che devono quindi essere ‘attivi’, ‘intelligenti’, ‘autopulenti’ e persino ‘autoreplicanti’. Si parla sempre più infatti di *materiali viventi*, dove persino i confini tra umano e artificiale sono sempre più sfumati, e si va verso un’era addirittura postumana di bioibridi che fino a qualche tempo fa sarebbe apparsa come pura fantascienza (*Living machines*, 2018).

MATERIALI INTELLIGENTI. – I materiali intelligenti, o *smart materials*, rispondono a stimoli di varia natura per svolgere diverse funzioni, di natura fisica, chimica o biologica (*Fundamentals of smart materials*, 2020). Per es., possono essere in grado di raccogliere, accumulare e convertire energia. Alcuni sono *piezoelettrici*, ossia in seguito a una stimolazione elettrica possono presentare una deformazione meccanica o viceversa e trovano vaste applicazioni che spaziano dalla sensoristica alla generazione di ultrasuoni per la medicina. Altri, per es., a base di fibre di poliacrilonitrile, possono mimare i muscoli e quindi contrarsi o allungarsi in seguito a variazioni di pH o delle cariche ioniche presenti, ossia convertire energia chimica in movimento meccanico. I materiali *meccanocromici*, invece, cambiano le loro proprietà ottiche (colore o trasparenza) in seguito a stimoli meccanici, come pressione, sfregamento e così via. Questi materiali innovativi trovano applicazione nei sensori, nella crittografia, ma anche nelle finestre intelligenti. Altrettanto interessante è stata la messa in commercio di vestiti che si adattano al clima, in quanto il tessuto è in grado di dare una risposta alla radiazione infrarossa (associata alla temperatura).

Nella classe dei materiali intelligenti, recenti sviluppi hanno portato al conio del termine *metamateriali*, definiti come quei materiali artificiali con proprietà dipendenti non solo dalla loro composizione chimica, ma anche e soprattutto dalla loro organizzazione strutturale. Per es., importanti risultati dalle parvenze di *science fiction* sono stati recentemente raggiunti per la creazione di minidroni per l’esplorazione di Marte sfruttando metamateriali fotoforetici (in cui, cioè, l’assorbimento di luce si trasforma in calore, con concomitante differenza di temperatura all’interno del materiale rispetto all’atmosfera che genera il moto del materiale), oppure per quella del tanto romanizzato

‘mantello invisibile’, che sembra realizzabile attraverso la creazione di materiali in cui la radiazione elettromagnetica viene ‘piegata’ intorno all’oggetto, per cui questo non viene percepito dall’occhio umano. Sebbene molto intriganti, in entrambi i casi lo studio è tuttavia ancora nella fase iniziale o dimostrativa, e quindi lontano da una concreta realizzazione per fini commerciali.

MATERIALI SUPRAMOLECOLARI VIVENTI. – Una branca molto recente della scienza è la chimica supramolecolare, che studia le interazioni deboli tra diverse molecole in sistemi complessi. Uno degli sviluppi più interessanti per le applicazioni industriali riguarda la produzione di materiali macroscopici supramolecolari, in cui le molecole che li compongono di fatto si autoorganizzano in modo ordinato e gerarchico attraverso diverse scale di grandezza. A differenza dei materiali tradizionali, come le plastiche, che sono tipicamente costituiti da un reticolo di macromolecole disordinate e formate da forti legami covalenti, i materiali supramolecolari sono tenuti insieme da legami a bassa energia che quindi si possono scindere e riformare facilmente.

Uno dei grossi vantaggi rispetto ai materiali tradizionali è la possibilità di autoriparazione, o *self-healing*, secondo principi simili a quanto avviene negli organismi viventi. La natura, infatti, fornisce numerosi esempi di organismi viventi e materiali da essi prodotti che sono visibili a occhio nudo, ma al loro



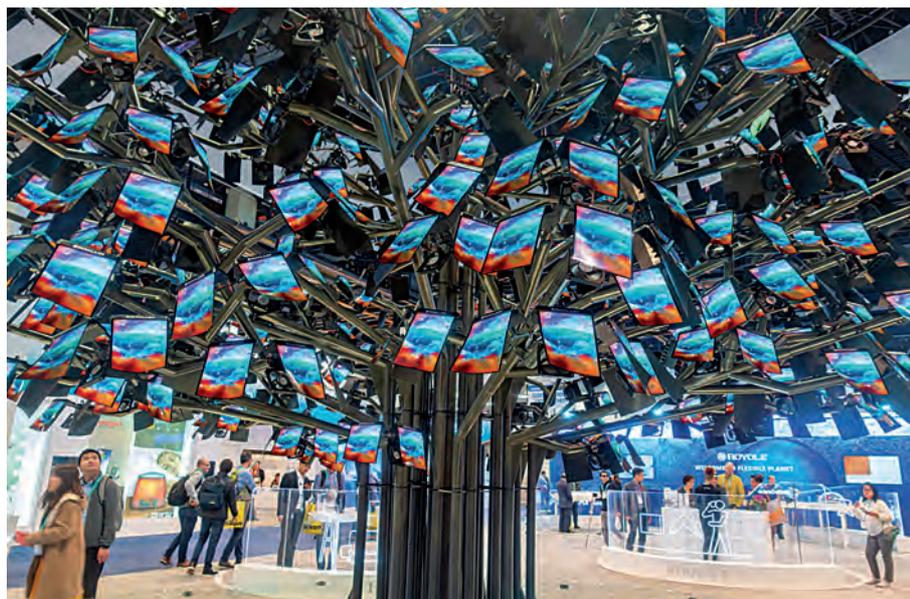
UNA BUSTA PER ALIMENTI CREATA CON IL SOSTITUTO DELLA PLASTICA MARINATEX OTTENUTO DAGLI SCARTI DEL PESCE E DELLE ALGHE (per gentile concessione MarinaTex)

interno sono supramolecolari e pertanto dinamici, in grado cioè di modificarsi e ripararsi. Non sorprende, quindi, che molti filoni di ricerca in questo ambito sfruttino biomolecole, come proteine e DNA, e principi ispirati alla natura, anche se nuovi esempi con molecole sintetiche e polimeri vengono continuamente sviluppati.

Esistono varie applicazioni per questo tipo di fenomeni. Una molto nota riguarda i rivestimenti esterni delle automobili, sia come vernici sia come film sottili trasparenti, in grado di autoriparare piccoli graffi grazie al riarrangiamento delle molecole, per ricostituire uno strato uniforme e intatto. Più in generale, questi principi sono molto utili nella produzione di materiali intelligenti che, sfruttando i principi della chimica supramolecolare, sono in grado di rispondere agli stimoli e di adattarsi all'ambiente. Alcuni di questi sono progettati persino per scomporsi da soli dopo un ciclo di vita ben determinato dal loro design (*Experimental thermodynamics*, 2016). Applicazioni possibili riguardano la robotica *soft*, ma anche la ricostruzione dei tessuti nella medicina rigenerativa, e la cattura di gas e inquinanti per scopi ambientali (*Functional supramolecular materials*, 2017).

IDROGEL. – Gli idrogel sono materiali morbidi costituiti per oltre il 90% di acqua e stanno prendendo piede in moltissimi campi, spaziando dalla filiera agroalimentare alla medicina, per proporre nuove soluzioni sostenibili, soprattutto laddove sia fondamentale mantenere a lungo un elevato livello di umidità. Un'applicazione ingegnosa degli idrogel è stata pensata per creare delle innovative bottigliette d'acqua che si sostituiscano alla plastica. La natura offre molte soluzioni creative per conservare acqua e nutrienti in contenitori biodegradabili, come i chicchi d'uva. Analogamente, in questo nuovo prodotto l'acqua si trova all'interno di una sfera rivestita da un sottile strato di idrogel commestibile e insapore, a sua volta ricoperto da una sottile pellicola protettiva trasparente e biodegradabile, entrambi ricavati dalle alghe. Queste sfere d'acqua sono state utilizzate alla maratona di Londra nel 2019 e negli Stati Uniti una tecnologia simile si sta diffondendo per proporre una vasta gamma di cibi e bevande in piccole porzioni sferiche e colorate, come fossero dei piccoli frutti.

Un'altra grande sfida del futuro è riuscire a sfamare la popolazione globale in continuo aumento, per cui anche l'agricoltura tradizionale dovrà essere ripensata per essere più efficiente. L'agricoltura verticale è una tecnica moderna che permette la crescita intensiva di



UN ALBERO DI MONITOR A DIODI ORGANICI A EMISSIONE DI LUCE (OLED) NELLO STAND DI ROYOLE DURANTE IL CONSUMER ELECTRONICS SHOW, Las Vegas, Nevada, Stati Uniti, 8 gennaio 2020 (fot. Zhang Yi/VCG/Getty Images)

piante persino in ambienti privi di terreno, grazie a tecniche quali l'idroponica e l'aeroponica, che utilizzano pochissima acqua rispetto all'agricoltura tradizionale. Una moderna versione dell'idroponica prevede l'utilizzo di una *idromembrana*, per cui le radici delle piante sono contenute all'interno di ciò che appare come un sottile film trasparente simile alla pellicola da cucina, ma al cui interno si trova un idrogel ricco di nutrienti che permette alle radici di svilupparsi e alle piante di crescere. Con questa tecnica, che utilizza pochissimo spazio e acqua, si potranno coltivare piante in ambienti ostili, come il deserto. Inoltre, questo approccio si propone come alternativa ai noti problemi di deforestazione per l'agricoltura tradizionale e di inquinamento dei terreni con fertilizzanti e insetticidi.

MATERIALI PER L'ENERGIA E L'ELETTRONICA. – Oggi sono sempre più numerosi i dispositivi personali mobili e wireless e sempre più complessa è la performance richiesta. Questo progresso frenetico della tecnologia è possibile solo grazie a un pari progresso nei materiali che utilizza, che devono permettere alte prestazioni elettroniche ed elettriche, unite a peso e dimensioni più contenuti possibile. È chiaro come le batterie giochino un ruolo chiave nella rivoluzione elettronica mobile e, infatti, nel 2019 lo sviluppo di quelle al litio è valso il premio Nobel in chimica a John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham e Akira Yoshino.

Uno dei grossi problemi del nostro tempo rimane, tuttavia, l'accumulo di rifiuti elettronici che possono inquinare l'ambiente e i cui preziosi componenti sono difficili da recuperare. Non stupisce, quindi, che vi sia un'intensa ricerca verso delle valide alternative e in particolare verso semiconduttori organici che sostituiscano

i tradizionali componenti inorganici (gallio, cadmio ecc.) per ottenere dei materiali completamente biodegradabili e idealmente non tossici. Questi nuovi componenti possono essere trasparenti, flessibili e persino stampabili, e trovano impiego, per es., nei dispositivi e schermi di ultimissima generazione, a base appunto di OLED (*Organic Light-Emitting Diodes; Advanced materials*, 2020; *Advanced composite materials*, 2016).

Le batterie del futuro dovranno essere ancora più efficienti per permettere una transizione definitiva dai combustibili fossili alle energie rinnovabili, soprattutto per riuscire a immagazzinare l'energia in modo stabile ed efficiente, ma allo stesso tempo a trasferirla rapidamente. Una strategia molto promettente si basa sull'utilizzo dei nanomateriali di carbonio, come i nanotubi e il grafene, che hanno delle incredibili proprietà elettroniche, oltre a essere molto resistenti e leggeri. Naturalmente, i materiali di matrice inorganica rappresentano ancora la scelta più popolare nell'ambito dello stoccaggio e della conversione energetica secondo schemi sostenibili. In tale ambito, lo sfruttamento efficiente dell'energia solare è di sicuro uno dei traguardi più ambiti, in parte già raggiunto attraverso lo sviluppo di tecnologie del fotovoltaico, in cui svariate famiglie di semiconduttori sono state oggetto di studio e di sviluppo, con lo scopo di aumentare l'efficienza di conversione luce-elettricità, il cui massimo valore possibile è determinato da considerazioni termodinamiche. Si è passati dall'utilizzo del ben noto silicio monocristallino, ad altri materiali inorganici monocristallini, arrivando poi a semiconduttori multicristallini e alle più recenti perovskiti, le quali sono state negli ultimi cinque anni i componenti fotoattivi che hanno goduto di più rapidi e rimarchevoli progressi (Nayak, Mahesh, Snaith et al. 2019, pp. 269-85).

A parte lo sfruttamento della luce solare per l'ottenimento di corrente elettrica, grande prominenza hanno assunto anche i cosiddetti carburanti solari (tra cui l'idrogeno è probabilmente il più emblematico), cioè molecole ad alta energia interna ottenuta per conversione fotocatalitica di altri composti di facile reperimento, come le biomasse, l'acqua o l'anidride carbonica e la cui 'combustione' (intesa qui nel senso più ampio di ossidazione) genera energia secondo schemi a basso (se non nullo) impatto ambientale. In questo ambito abbiamo lo sviluppo di materiali fotocatalitici, in grado di assorbire la luce solare e favorire il processo chimico di formazione di tali vettori energetici altrimenti impedito da restrizioni termodinamiche o cinetiche. Una massiccia frangia di ricercatori si è quindi dedicata all'assemblaggio di materiali ibridi (in cui cioè componenti organiche e inorganiche vengono opportunamente interfacciate) sempre più complessi, risultando in un sinergistico schema fotoreattivo con rese via via superiori.

ALTERNATIVE AL CEMENTO SOSTENIBILI. – Il cemento è senza dubbio un materiale da costruzione

molto pratico e con moltissimi vantaggi che lo rendono difficile da sostituire con valide alternative. Nonostante ciò, in molti stanno ricercando soluzioni più ecologiche, anche se il dibattito esiste persino sul significato di questo termine e su quali siano le priorità tra i requisiti richiesti, visto che difficilmente un'unica soluzione potrà soddisfarli pienamente. Nel nostro presente, il vetro è senza dubbio molto promettente e lo sarà anche nel futuro degli edifici a risparmio energetico, soprattutto se trattato con rivestimenti e componenti di ultima generazione che permettano di convertire energia solare in elettrica, regolare il calore e autopulirsi (*Sustainability of construction materials*, 2016).

Anche il legno è noto come soluzione rinnovabile ed ecologica e ancora di più lo è il bambù, che tecnicamente è un'erba perenne. Le fibre vegetali, infatti, stanno prendendo sempre più piede e tra queste troviamo, per es., i prodotti secondari del riso che RiceHouse produce per l'architettura. Non solo, nel 2018, da una partnership con WASP, è nata Gaia, la prima casa stampata in 3D costruita con componenti derivati dal riso e terra cruda come legante, che è sia eco-sostenibile sia efficiente in termini di bioclima.

TESSUTI ECOLOGICI DALLE ALGHE. – Anche la moda sta guardando all'ambiente, anche perché il modello attuale di rapido consumo degli indumenti a basso costo non è più sostenibile, sia in termini di risorse utilizzate sia relativamente alle tecniche di colorazione tradizionale. Le alghe marine sono una fonte ideale per nuovi materiali, essendo largamente disponibili, a basso costo e biodegradabili. Non solo, sono la fonte di diversi polimeri (come l'alginato) utilizzati anche negli idrogel commestibili e nelle loro pellicole protettive descritte sopra, ma addirittura sono state studiate per ottenere nuovi materiali tessili sostenibili. Per es., il tessuto SeaCell, derivato da alghe brune ed eucalipto, è un materiale 'attivo', in quanto anche antibatterico e ricco di antiossidanti, che è stato proposto per la creazione di pannolini riutilizzabili e biodegradabili. Anche il tessuto Sea-Line combina le alghe con il bambù per l'abbigliamento e gli accessori di neonati e lattanti. Un altro aspetto interessante è che le alghe sono in grado di assorbire anidride carbonica, pertanto sono proposte come materiale *carbon-negative*, ossia il cui uso contribuisce positivamente alla neutralizzazione dei gas serra.

COLORI E PIGMENTI INNOVATIVI. – Oggi giorno la ricerca è molto intensa per sviluppare nuovi colori e pigmenti che rispondano a esigenze sempre più stringenti, ossia non solo un basso impatto ambientale in termini di tossicità e inquinamento, ma anche elevate performance, come la stabilità nel tempo e, possibilmente, delle proprietà addizionali. Da un lato la ricerca mira a sostituire soluzioni tradizionali che utilizzano coloranti inquinanti con moderni colori strutturali (*structural colours*), detti anche *colori fisici* (*physical colours*),

che invece hanno un ottimo profilo in termini di basso costo e impatto ambientale. Questi colori emergono da sostanze naturali che di per sé non sono colorate, come la cellulosa o alcune proteine, ma che sono però organizzate nello spazio in nanostrutture estremamente ordinate, in grado di interferire con la trasmissione della luce ed essere percepite come dei colori brillanti in modo analogo a quanto avviene per i colori di diverse farfalle, scarabei e uccelli tropicali. Dall'altro lato, la ricerca punta a nuove combinazioni di elementi inorganici per creare pigmenti non tossici e ad alta stabilità verso calore e agenti atmosferici, come pioggia e vento. Un esempio moderno è il Blu YInMn, che è stato ottenuto scaldando ad alte temperature gli ossidi di ittrio, manganese e indio. Questo pigmento inorganico è estremamente stabile e non tossico, e inoltre è in grado di riflettere i raggi infrarossi e, quindi, disperdere il calore, con un grande potenziale come rivestimento esterno per automobili e locali, con risparmio energetico; è stato ribattezzato da Crayola nel 2017 con il nome di *Bluetiful* per commercializzarlo in vari prodotti. Un altro esempio illustre di pigmento ad alta performance è il VantaBlack, un pigmento nero, in grado di assorbire oltre il 99% della luce, a base di nanotubi di carbonio con incredibili proprietà che lo rendono attrattivo per applicazioni tecnologiche *stealth* nell'industria aerospaziale e militare. È estremamente stabile e leggero, ma anche perfettamente impermeabile all'acqua e un ottimo conduttore di calore per il camuffamento verso i sensori termici, oltre che il camuffamento visivo, in quanto non riflette la luce e quindi risulta molto difficile percepire la forma di un oggetto, se rivestito con questo materiale.

BIBLIOGRAFIA: *Nanocarbon-inorganic hybrids: next generation composites for sustainable energy applications*, ed. D. Eder, R. Schlögl, Berlin 2014; S.L. MOSKOWITZ, *Advanced materials innovation: managing global technology in the 21st century*, Hoboken (N.J.) 2016; *Advanced composite materials*, ed. A. Tiwari, M. Rabia, A. Seong, C. Jun, Beverly (Mass.) 2016; *Experimental thermodynamics volume x: non-equilibrium thermodynamics with applications*, ed. D. Bedeaux, S. Kjelstrup, J. Sengers, Cambridge 2016; *Sustainability of construction materials*, ed. J. Khatib, Duxford 2016; *Functional supramolecular materials: from surfaces to MOFs*, ed. R. Banerjee, Croydon 2017; *Green composites*, ed. J.P. Davim, Berlin 2017; *Living machines: a handbook of research in biomimetic and biohybrid systems*, ed. T.J. Prescott, N. Lepora, P.F.M.J. Verschure,



GAIA È IL PRIMO PROTOTIPO DI CASA ECOSOSTENIBILE STAMPATA IN 3D DA WASP ATTRAVERSO LA TECNOLOGIA CRANE WASP. È stata realizzata con materiali naturali: terra cruda e materiali di scarto provenienti dalla filiera del riso, Massalombarda, Ravenna, 29 settembre 2018 (per gentile concessione PhotoWASP)

Oxford 2018; M. DE KEIJZER, *Meet the future: the creation of new pigments*, in *Conservation of modern oil paintings*, ed. K. van den Berg, I. Bonaduce, A. Burnstock et al., Cham 2019, pp. 61 e segg.; P.K. NAYAK, S. MAHESH, H.J. SNAITH ET AL., *Photovoltaic solar cell technologies: analysing the state of the art*, «Nature reviews materials», 2019, 4, pp. 269-85; *Polymers for agri-food applications*, ed. T.J. Gutiérrez, Cham 2019; *Advanced materials*, ed. T. van de Ven, A. Soldera, Berlin 2020; *Fundamentals of smart materials*, ed. M. Shahinpoor, Croydon 2020; *Life cycle assessment: a metric for the circular economy*, ed. A. Borrion, M.J. Black, O. Mwabonje, London 2020; *Machine learning in chemistry: the impact of artificial intelligence*, ed. H.M. Cartwright, Cambridge 2020.

Michele Melchionna

MATERIA OSCURA. – V. UNIVERSO

MATERNITÀ. – NUOVI VALORI E DIFFICILI SCELTE. UN CYBERSPAZIO TUTTO PER SÉ. LAVORO E MATERNITÀ OVVERO DELL'IMPOSSIBILE QUADRATURA DEL CERCHIO. LE MADRI COME SOGGETTO POLITICO. Bibliografia

NUOVI VALORI E DIFFICILI SCELTE. – Pochi fenomeni sono costruiti sul mito quanto la nazione, la famiglia e la maternità. Alle origini della democrazia la figura della madre ha disegnato i confini e il modo in cui la nazione e il corpo politico sono stati immaginati. Nel significato di maternità comprendiamo quindi ben più della singola esperienza di una donna che dà alla luce un figlio, degli effetti che il diventare madre può avere sul senso di sé di ogni donna e del lavoro