

Strutture spaziali in natura. La proposta formativa di Scienze erogata nell'a. a. 2019-20 dal Polo di Trieste della Fondazione “I Lincei per la Scuola”

1. INTRODUZIONE

Il programma del corso di Scienze proposto agli insegnanti della Scuola secondaria di primo e secondo grado dal Polo di Trieste¹ dell'Accademia dei Lincei nel corso del secondo anno di attività è stato elaborato da un team² di docenti afferenti a tre Dipartimenti dell'Ateneo (Scienze Chimiche e Farmaceutiche, Fisica, e Matematica e Geoscienze) e, successivamente, presentato al pubblico in occasione della *cerimonia di inaugurazione* dell'edizione 2019-20 (cfr. Figura 1).

Gli organizzatori hanno inteso affrontare il nodo dell'insegnamento integrato delle discipline scientifiche nelle Scuole secondarie, privilegiando un approccio di carattere multidisciplinare, in grado di proporre in termini innovativi lo studio di un tema trasversale paradigmatico, indubbiamente rilevante per le Scienze – ossia quello delle *Strutture spaziali in natura* – valorizzando di volta in volta i procedimenti euristici della Chimica, della Fisica e delle Geoscienze.

Oltre al consolidamento dei saperi pertinenti al tema, il corso intendeva sviluppare competenze di carattere professionalizzante nell'ambito della progettazione didattica attenta all'innovazione, eventualmente anche grazie alla costituzione di una comunità di

* Title: *Chronicle*.

¹ L'Accademia Nazionale dei Lincei che ha promosso il Progetto “*I Lincei per una nuova didattica nella scuola: una rete nazionale*” è un Ente accreditato e qualificato per la formazione del personale docente, in base alla direttiva 170/2016 ed è equiparata a struttura universitaria ai sensi della direttiva n. 90/2003 e della c.m. n. 376 del 23.12.95. Attualmente il Polo di Trieste è coordinato dal Prof. Daniele Del Santo, cfr. Siti web.

² Il team era costituito dai Proff. Patrizia Nitti, nella veste di Coordinatore, Giorgio Pastore e Michele Stoppa.

pratica operante on-line con la supervisione di un team-docente multidisciplinare.



Accademia dei Lincei - Polo di Trieste
INAUGURAZIONE
DELL'EDIZIONE 2019/2020



10 ottobre 2019, ore 15.00
 Università degli Studi di Trieste - Campus di Piazzale Europa, 1 - Trieste
 Aula Cacciaguerra - Edificio centrale - Primo piano

L'Università di Trieste inaugura la seconda edizione del programma dell'Accademia Nazionale dei Lincei, rivolto ai docenti delle Scuole Secondarie di Primo e Secondo grado.

L'Accademia Nazionale dei Lincei che ha promosso il Progetto "I Lincei per una nuova didattica nella scuola: una rete nazionale" è un Ente accreditato e qualificato per la formazione del personale docente, in base alla direttiva 170/2016 ed è equiparata a struttura Universitaria ai sensi della direttiva n. 90/2003 e della c.m. n 376 del 23.12.95.

Programma

15.00 - Indirizzi di saluto delle Autorità
 Roberto DI LENARDA
 Magnifico Rettore dell'Università degli Studi di Trieste

Alessia ROSOLEN
 Assessore al lavoro, formazione, istruzione, ricerca, università e famiglia,
 Regione Friuli Venezia Giulia

Daniele DEL SANTO, Donata VIANELLI
 Coordinatori del Polo di Trieste

Patrizia PAVATTI
 Direttrice dell'Ufficio Scolastico Regionale del Friuli Venezia Giulia

15.30 - Presentazione dei corsi del Polo di Trieste A.A. 2019/2020
 Fabio PERRONI, Emilia MEZZETTI, Pierpaolo OMARI
 Coordinatori del Programma di Matematica

Fabio ROMANINI
 Coordinatore del Programma di Italiano

Patrizia NITTI, Giorgio PASTORE, Michele STOPPA
 Coordinatori del Programma di Scienze

Agostino ACCARDO
 Coordinatore del Programma di Cultura Digitale

16.15 - Lectio Magistralis
 Francesca MATTEUCCI
 Lincea, Professore Ordinario di Astronomia e Astrofisica dell'Università degli Studi di Trieste

17.00 - Conclusione

Per confermare la presenza si prega di compilare la scheda online
<https://forms.gle/4YQM6z1LarEx6zX89>

www.linceiscuola.it
[info: comunicazione@amm.units.it](mailto:comunicazione@amm.units.it)

Figura 1. Locandina della cerimonia di inaugurazione delle attività di formazione proposte dal Polo di Trieste dell'Accademia dei Lincei (edizione 2019-20).

La durata del corso è stata di 25 ore accademiche, suddivise in quattro incontri di quattro ore ciascuno, che si sono svolti tra novembre e dicembre 2019 presso la sede del Museo di Mineralogia e Petrografia del Dipartimento di Matematica e Geoscienze.

I contenuti sono stati trattati nell'ambito dei quattro incontri di formazione in presenza e sono sinteticamente richiamati nei paragrafi seguenti. Ulteriori nove ore di formazione sono state quindi dedicate alla progettazione di un *percorso didattico* pertinente, da proporre successivamente in classe, con possibilità di optare per una modalità di *lavoro autonomo* da parte del corsista o, in alternativa, per una modalità di *progettazione on-line guidata asincrona* nell'ambito di una *comunità di pratica*, che si è snodata nel corso del primo quadrimestre del 2020. La frequenza minima richiesta ai fini del rilascio dell'attestato da parte dell'Accademia dei Lincei tramite la piattaforma ministeriale S.O.F.I.A. era pari al 75% del monte ore complessivo.

2. IL PUNTO DI VISTA DELLA CHIMICA

Nel corso del primo incontro, che si è svolto martedì 5 novembre 2019, il tema delle *Strutture spaziali in natura* è stato sviscerato dal punto di vista della Chimica, con particolare attenzione alle implicazioni interdisciplinari, da docenti afferenti al Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche. L'intervento del Prof. Fabio Benedetti si è soffermato ad approfondire il tema della chiralità, mentre l'intervento della Prof.ssa Tatiana Da Ros si è concentrato sulle nanoforme del carbonio, perseguendo i seguenti obiettivi formativi:

- Analizzare il concetto di *chiralità* e la sua importanza in chimica, mineralogia e, in particolare, nelle scienze della vita.
- Conoscere le *nanoforme di carbonio*, la loro origine e i loro utilizzi.

2.1 LA CHIRALITÀ IN NATURA E NELL'UNIVERSO³

La *chiralità* è la proprietà di un oggetto di non essere sovrapponibile con la sua immagine speculare e quindi di poter esistere in due forme diverse, o *enantiomeri*. Questa proprietà è legata alla simmetria, o meglio alla mancanza di alcuni elementi di simmetria, essendo caratteristica degli oggetti che non possiedono un piano di simmetria. La chiralità è largamente diffusa in natura e negli oggetti creati dall'uomo: le nostre mani e i nostri

³ Il paragrafo 2.1 è stato elaborato dal Prof. Fabio Benedetti.

pie di, sono chirali e chirali sono gli oggetti, guanti e scarpe, ideati per contenerli.

Le spirali tridimensionali sono un altro esempio di oggetti chirali particolarmente frequenti in natura, tanto nel mondo vegetale (i tralci della vite) che in quello animale (la conchiglia della lumaca) che tra gli oggetti creati dall'uomo (vite ed elica); tutti questi oggetti possono quindi esistere come coppie di *enantiomeri*. Pasteur, nel 1848, dimostrò che anche talune molecole possono essere chirali e che la chiralità di oggetti macroscopici, ad esempio taluni cristalli, è strettamente correlata alla chiralità delle molecole di cui sono composti⁴.

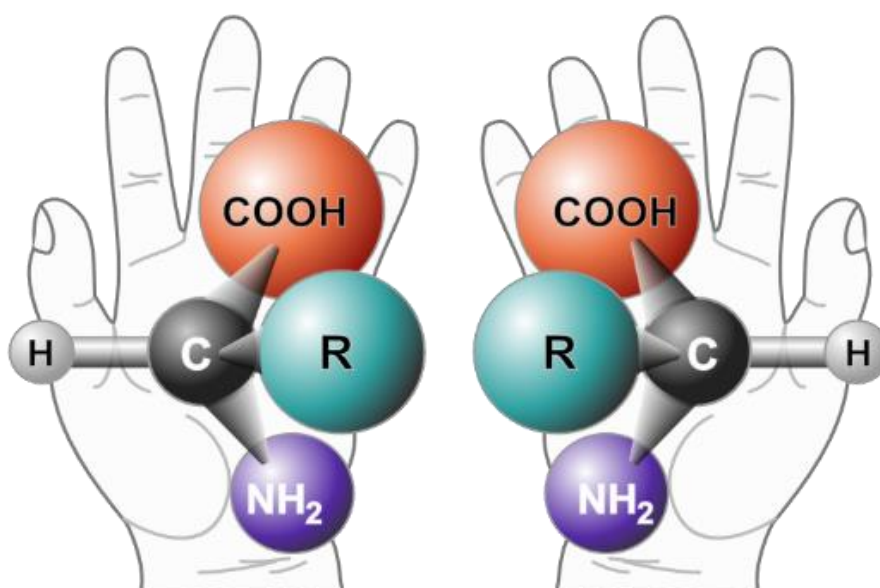


Figura 2. Modelli molecolari di due enantiomeri di un amminoacido.

(Fonte: <[https://it.wikipedia.org/wiki/Chiralit%C3%A0_\(chimica\)#/media/File:Chirality_with_hands.svg](https://it.wikipedia.org/wiki/Chiralit%C3%A0_(chimica)#/media/File:Chirality_with_hands.svg)>)

Le principali macromolecole biologiche, quali proteine, carboidrati e acidi nucleici sono chirali e così pure molte delle piccole molecole che gli organismi viventi producono incessantemente: si può quindi dire che la vita sia intrinsecamente *chirale*. Sorprendentemente, è comune che molecole chirali siano presenti in natura come uno solo dei due possibili enantiomeri (*omochiralità*) con importanti conseguenze per innumerevoli fenomeni biologici quali, ad esempio, la percezione di odori e sapori e l'interazione farmaco-recettore, di cui sono stati presentati alcuni esempi. Ciò pone

⁴ Cfr. WAGNIÈRE 2007; PALYI 2020.

il problema, ancora irrisolto, dell'origine dell'omochiralità: alcune delle ipotesi correnti sono state presentate a conclusione della lezione⁵.

2.2 NANOFORME DI CARBONIO: DALLO SPAZIO AL LABORATORIO⁶

Nello spazio interstellare, in condizioni estreme, avvengono moltissime reazioni: gli astrochimici, chiamati anche astrofisici molecolari, studiano i risultati di queste reazioni e la natura delle nuove molecole che si formano, soprattutto attraverso metodi spettroscopici. La molecola di idrogeno è quella maggiormente presente nelle stelle: bruciando a temperature altissime genera radicali e altre specie, che reagiscono fino a diventare atomi di carbonio. Una volta formati, gli atomi di carbonio si legano per produrre composti di varia struttura, le molecole organiche. A tutt'oggi, nelle nuvole interstellari, che consistono principalmente di gas e polveri sottili, sono state identificate oltre duecento molecole organiche.

Sulla Terra, il carbonio è l'elemento chimico della vita. Alla capacità dell'atomo di carbonio di formare legami con sé stesso si deve l'esistenza di composti complessi come il DNA, le proteine e gli zuccheri in cui, oltre al carbonio, possono essere presenti atomi di idrogeno, azoto, ossigeno, fosforo e zolfo.

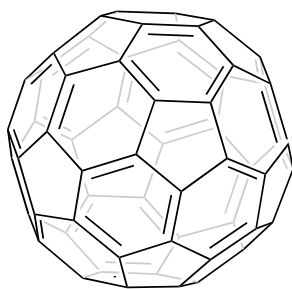


Figura 3. [60]Fullerene.

Il carbonio in natura può esistere anche da solo, non legato ad altri elementi, in forme che vengono chiamate *allotropiche*. Fino agli anni Ottanta esistevano solo due forme allotropiche del carbonio, il *diamante* e la *grafite*, le cui proprietà dipendono essenzialmente

⁵ Cfr. TAKAHASHI, KOBAYASHI 2019.

⁶ Il paragrafo 2.2 è stato elaborato dai Proff. Maurizio Prato e Tatiana Da Ros.

dal modo in cui gli atomi di carbonio sono legati fra di loro. Il diamante è una struttura regolare tridimensionale, mentre la grafite è costituita da piani che possono scivolare uno sull'altro. Il diamante è uno dei composti più duri esistenti in natura, mentre la grafite è molto tenera e viene utilizzata, oltre che come mina per le matite, anche come lubrificante.

Nel 1985 uno spettroscopista astrochimico inglese molto intraprendente, Harry Kroto, decise di effettuare alcuni esperimenti per riprodurre le reazioni che avvengono nello spazio interstellare. Il suo desiderio era quello di comprendere la struttura di alcuni composti le cui bande spettrali non si riuscivano a interpretare. Sulla base di questi esperimenti Kroto, insieme ai suoi collaboratori, ha ipotizzato l'esistenza della molecola del *fullerene* (cfr. Figura 3), per la cui scoperta, che ha poi generato nuovi entusiasmanti studi, collegati alle *nanoscienze*, nel 1996 ricevette il premio Nobel per la chimica, insieme ai co-scopritori Rick Smalley e a Bob Curl⁷.

I fullereni sono formati esclusivamente da atomi di carbonio e rappresentano, quindi, una nuova forma allotropica del carbonio. Nella struttura del fullerene gli atomi sono legati fra loro in molecole sferiche, che hanno la stessa forma geometrica di un pallone da calcio, dodici pentagoni circondati da venti esagoni.

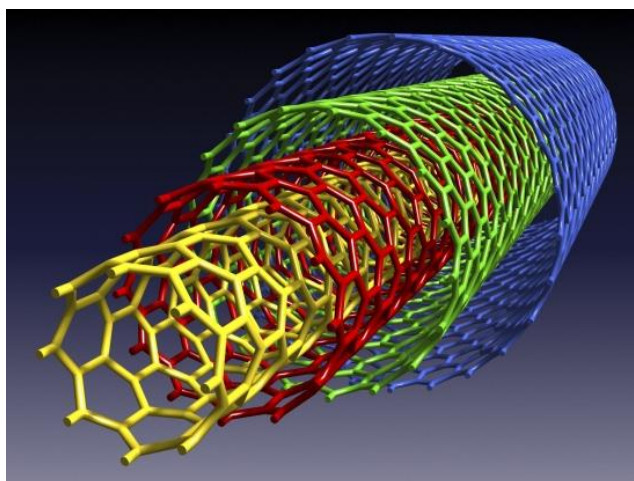


Figura 4. Nanotubi di carbonio.

(Fonte: <https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Nanotubi-del-carbonio-agglomerato-di-nanotubi-05-mm-diametro-ingrandito-1300_fig1_264925624>)

⁷ Cfr. KROTO et al. 1985.

Dopo i fullereni sono stati scoperti i *nanotubi di carbonio*, strutturalmente simili e formati anch'essi esclusivamente da atomi di carbonio, ma di forma cilindrica (cfr. Figura 4)⁸. Successivamente, è stato possibile produrre il *grafene*, (cfr. Figura 5) isolando un unico piano di grafite, per la cui scoperta André Geim e Konstantin Novoselov vennero insigniti del premio Nobel per la fisica nel 2002⁹.

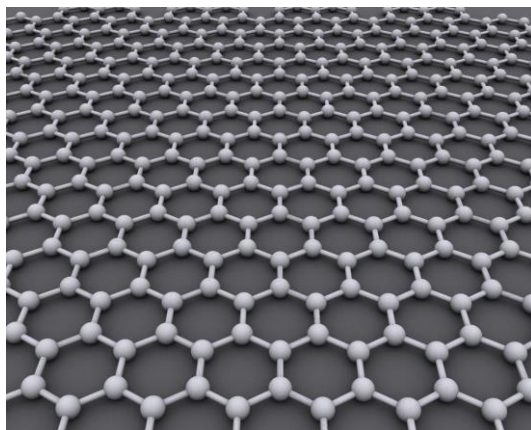


Figura 5. Grafene.

(Fonte: <<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/Graphen.jpg>>

Le proprietà particolari di queste nuove forme allotropiche del carbonio sono ancora in corso di studio, ma promettono di rivoluzionare il nostro mondo¹⁰. Nei nostri laboratori di Trieste studiamo le potenziali applicazioni di queste proprietà per creare nuovi materiali, che alimentano speranze per la cura di condizioni attualmente incurabili, come la paralisi provocata dalla lesione del midollo spinale, o che potrebbero aiutare nella produzione di energia, in un processo chiamato fotosintesi artificiale, alternativo all'uso dei combustibili fossili, inquinanti e ormai in esaurimento.

3. IL PUNTO DI VISTA DELLE GEOSCIENZE

Nel corso del secondo incontro, che si è svolto giovedì 28 novembre 2019, il tema delle *Strutture spaziali in natura* è stato declinato dal punto di vista delle Geoscienze dal Prof. Francesco Princivalle, allora Direttore del Dipartimento di Matematica e

⁸ Cfr. IJIMA 1991.

⁹ Cfr. NOVOSELOV et al. 2004.

¹⁰ Cfr. GEORGAKILAS et al. 2015; GOODARZI et al. 2017.

Geoscienze, che ha quindi guidato i corsisti nella visita al Museo di Mineralogia e Petrografia dell'Ateneo. Gli obiettivi formativi perseguiti erano i seguenti:

- Conoscere le caratteristiche dei *minerali* partendo dalla *struttura*, dalle *simmetrie* presenti per arrivare alle *proprietà fisiche*.
- Conoscere la *classificazione dei minerali*, focalizzando l'attenzione sui *silicati* costituenti fondamentali delle rocce e sui minerali utili dal punto di vista delle materie prime.
- Promuovere la *didattica museale*, con particolare attenzione ai musei scientifici universitari.

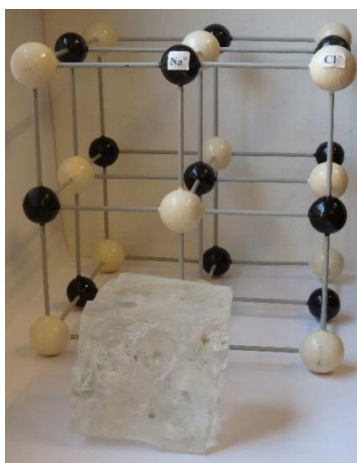


Figura 5. Salgemma (Foto: Davide Lenaz).

3.1 MINERALI. DALLE STRUTTURE ALLE PROPRIETÀ¹¹

Il Museo di Mineralogia e Petrografia¹² del Dipartimento di Matematica e Geoscienze, oltre a costituire un importante strumento di apprendimento per gli studenti universitari dei Corsi di Studio in Scienze Geologiche, Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura e Ingegneria, è un valido supporto per la diffusione della cultura scientifica in ambito delle Scienze della Terra. Per quest'ultima funzione il Museo predispone mostre temporanee e partecipa alle manifestazioni organizzate nel Campus di S. Giovanni, in collaborazione con altre realtà museali del Comprensorio.

¹¹ Il paragrafo 3.1 è stato elaborato dal Prof. Francesco Princivalle.

¹² Cfr. PRINCIVALLE 2017, 2018.

Inoltre, presso il Museo vengono svolte *visite guidate* per le scolaresche di ogni ordine e grado, in modo da stimolare la curiosità e possibilmente fornire un orientamento per i futuri studi universitari. Nel corso delle lezioni, sono state illustrate le caratteristiche dei minerali partendo dalla *struttura*, dalle *simmetrie* presenti per arrivare alle *proprietà fisiche*. Particolare risalto è stato quindi dato alla *classificazione dei minerali*, focalizzando l'attenzione sui *silicati* costituenti fondamentali delle rocce e sui minerali utili dal punto di vista delle materie prime. È seguita una visita al Museo, per visualizzare quanto illustrato in aula.

4. IL PUNTO DI VISTA DELLA FISICA

Nel corso del terzo incontro, che si è svolto giovedì 5 dicembre 2019, il tema delle *Strutture spaziali in natura* è stato considerato dal punto di vista della Fisica. I proff. Francesca Matteucci, Giorgio Pastore, Maria Peressi del Dipartimento di Fisica hanno messo a punto un percorso di approfondimento sugli sviluppi recenti della Fisica legati a queste tematiche, spaziando dal macro- al micro-cosmo. A causa di un contrattempo dell'ultimo momento la Prof.ssa Matteucci non è potuta intervenire nel pomeriggio programmato ed è stata sostituita dal Dott. Marco Palla, dottorando presso il medesimo Dipartimento. L'obiettivo formativo perseguito era:

- Analizzare le strutture del *macrocosmo* e del *micro-cosmo* al livello di comprensione della ricerca contemporanea in Fisica.

4.1 STRUTTURE SPAZIALI IN FISICA: DAL MACRO AL MICRO-COSMO¹³

Il mondo fisico è caratterizzato da fenomeni che avvengono su scale molto diverse, dando luogo, in molti casi, a organizzazioni spaziali molto peculiari. La comprensione di come queste strutture, con le loro simmetrie evidenti o nascoste, siano legate a elementi costitutivi più semplici e alle interazioni tra questi ha costituito e costituisce uno dei temi trainanti della ricerca fisica contemporanea.

Nel corso della lezione sono stati esaminati alcuni aspetti legati a strutture del macro-

¹³ Il paragrafo 4.1 è stato elaborato dal Prof. Giorgio Pastore.

cosmo e del micro-cosmo al livello di comprensione della ricerca contemporanea. In particolare, il Dott. Palla ha presentato un'esauriente carrellata di argomenti desunti dalla ricerca contemporanea che spaziavano dall'evoluzione stellare all'espansione dell'Universo, toccando la nucleosintesi e l'evoluzione chimica delle galassie, ma anche la forma delle galassie, la radiazione di fondo e l'energia oscura, senza tralasciare qualche indicazione sulle moderne tecnologie osservative.

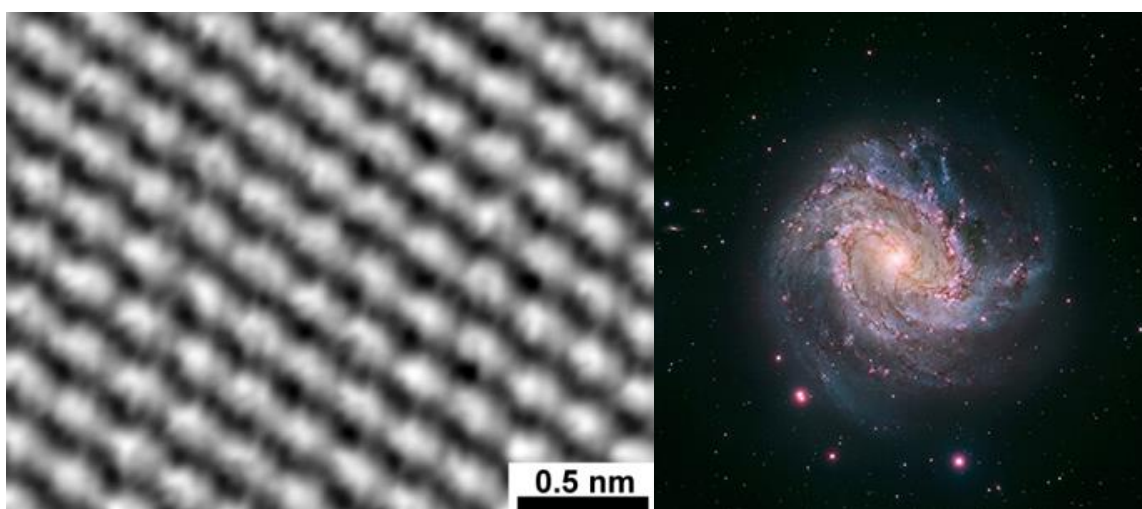


Figura 6. Microcosmo e Macrocosmo.

(Fonte immagine a sinistra: Frank Trixler, Wikimedia Commons,

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Graphite_ambient_STM.jpg>,

Fonte immagine a destra: NASA and STScI,

<<https://hubblesite.org/contents/media/images/2014/04/3295-Image.html?news=true>>)

I Proff. Peressi e Pastore hanno poi introdotto alcuni temi della ricerca contemporanea su nano-materiali e sistemi colloidali, soffermandosi sulle forme e disposizioni spaziali ma anche sulle capacità tecnologiche e tecniche di indagine che hanno permesso la messa a punto di nuovi materiali.

Sono stati inoltre presentati e discussi suggerimenti pratici per l'utilizzo curricolare di alcuni dei concetti esposti e per la loro trasformazione in competenze. In particolare, sono stati discussi con i partecipanti spunti didattici legati alla possibilità di collegare conoscenze a tecniche di indagine (“come facciamo a sapere che...?”), allo sviluppo delle capacità di descrizione e alle possibilità di sviluppi interdisciplinari (p. es. la descrizione di simmetrie nelle fasi ordinate).

5. IL PUNTO DI VISTA DELLA DIDATTICA

Nel corso del quarto incontro, che si è svolto giovedì 12 dicembre 2019, il Prof. Michele Stoppa del Dipartimento di Matematica e Geoscienze ha affrontato, dal punto di vista teorico, questioni basilari di Didattica delle Scienze, necessarie in termini di *propedeuticità* a una corretta impostazione delle successive attività di progettazione didattica.

Gli obiettivi formativi perseguiti in questa fase sono stati:

- Favorire una più significativa fruibilità delle proposte divulgative offerte dall'Università da parte del mondo della scuola, anche in una prospettiva attenta all'orientamento scolastico e universitario.
- Sviluppare solide competenze professionali nel campo della progettazione di attività didattiche innovative, con particolare attenzione a una didattica centrata su *organizzatori cognitivi trasversali* paradigmatici, tale da consentire un'integrazione armoniosa dei diversi saperi scientifici pertinenti nonché dei procedimenti euristici tipici delle diverse discipline scientifiche di volta in volta implicate.



Figura 7. Laboratorio didattico-progettuale digitale.

5.1 COME PROGETTARE UN'UNITÀ DI APPRENDIMENTO¹⁴

Nel corso dell'incontro sono state fornite indicazioni operative concrete circa i criteri di elaborazione delle *unità di apprendimento* (di carattere *disciplinare* sia *multidisciplinare*, nella prospettiva dell'integrazione delle discipline scientifiche).

¹⁴ Il paragrafo 3.12 è stato elaborato dal Prof. Michele Stoppa.

Particolare attenzione è stata riservata all'individuazione degli *obiettivi formativi* da perseguire, all'ideazione di *metodologie didattiche* coerenti e di sussidi innovativi, nonché alla progettazione di *prove di verifica* pertinenti.

Sono stati quindi forniti i suggerimenti necessari allo svolgimento della verifica finale, sia nel caso il corsista abbia optato per la modalità di redazione autonoma sia nel caso abbia scelto, invece, la modalità di progettazione on-line guidata dell'elaborato.

6. CONCLUSIONI

La verifica finale è stata di carattere eminentemente formativo. È stata richiesta ai corsisti l'elaborazione in piena autonomia di una *unità di apprendimento* su un tema pertinente con quanto trattato nel corso degli incontri disciplinari in presenza e sulla base delle indicazioni fornite nell'incontro di carattere metodologico-didattico.

In alternativa, il corsista ha potuto partecipare all'elaborazione on-line guidata di una unità di apprendimento multidisciplinare sul tema "*Strutture spaziali in natura*". Sono state create due comunità di pratica che hanno operato separatamente, in modo da calibrare l'elaborato prodotto per la Scuola secondaria di primo grado o, rispettivamente, per la Scuola secondaria di secondo grado. Il termine ultimo per la consegna degli elaborati finali è stato fissato al 30 aprile 2020.

La proposta dell'opzione facoltativa del *Laboratorio didattico-progettuale digitale* si è rivelata efficace per fronteggiare l'emergenza pandemica esplosa in corso d'opera, consentendo di ultimare regolarmente le attività formative previste e di sviluppare competenze digitali utili agli insegnanti ai fini di governare con maggiore professionalità e consapevolezza la situazione operativa indubbiamente inedita che si è venuta a creare all'improvviso.

BIBLIOGRAFIA

GEORGAKILAS V., PERMAN J. A., TUCEK J., ZBORIL R.
2015, «Broad Family of Carbon Nanoallotropes: Classification, Chemistry, and Applications of Fullerenes, Carbon Dots, Nanotubes, Graphene, Nanodiamonds, and Combined Superstructures», *Chem. Rev.*, 115 (2015), pp. 4744-4822.

GOODARZI S., DA ROS T., CONDE J., SEFAT F., MOZAFARI M.

2017, «Fullerene: biomedical engineers get to revisit an old friend», *Mat. Today*, 20 (2017), pp. 460-480.

IJIMA S.

1991, «Helical microtubules of graphitic carbon», *Nature*, 354 (1991), pp. 56-58.

KROTO H. W., HEATH J. R., OBRIEN S. C., CURL R. F., SMALLEY R. E.

1985, «C60: Buckminsterfullerene», *Nature*, 318 (1985), pp. 162-163.

NOVOSELOV K. S., GEIM A. K., MOROZOV S. V., JIANG D., ZHANG Y., DUBONOS S. V., GRIGORIEV I. V., FIRSOV A. A.

2004, «Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films», *Science*, 306 (2004), pp. 666-669.

PALYI G.

2020, *Biological Chirality*, London Academic Press, ISBN: 978-0-12-812212-9.

PRINCIVALLE F.

2017, «Il Museo di Mineralogia e Petrografia del Dipartimento di Matematica e Geoscienze dell'Università degli Studi di Trieste. Dalla conservazione alla diffusione della cultura scientifica», *QuaderniCIRD*, 14 (2017), pp. 164-179, scaricabile all'indirizzo web: <<http://hdl.handle.net/10077/13940>>.

2018, «Un tronco fossile di araucaria al Museo di Mineralogia e Petrografia», in: *QuaderniCIRD*, 17 (2018), pp. 175-178, scaricabile all'indirizzo web: <<http://hdl.handle.net/10077/22755>>.

TAKAHASHI J., KOBAYASHI K.

2019, «Origin of Terrestrial Bioorganic Homochirality and Symmetry Breaking in the Universe», *Symmetry*, 11(2019), 919, DOI:10.3390/sym11070919.

WAGNIÈRE G. H.

2007, *On Chirality and the Universal Asymmetry*, Zürich, VHCA, ISBN: 978-3-906390-38-3.

SITI WEB

FONDAZIONE "I LINCEI PER LA SCUOLA"

Il Polo di Trieste,

<<https://www.lincescuola.it/trieste/>>.

A cura di:

PATRIZIA NITTI (Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche), pnitti@units.it

GIORGIO PASTORE (Dipartimento di Fisica), pastgio@units.it

MICHELE STOPPA (Dipartimento di Matematica e Geoscienze), mstoppa@units.it

con la collaborazione di:

FABIO BENEDETTI (Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche), MAURIZIO PRATO (Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche), TATIANA DA ROS (Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche), FRANCESCO PRINCIVALLE (Dipartimento di Matematica e Geoscienze), MARIA FRANCESCA MATTEUCCI (Dipartimento di Fisica), MARIA PERESSI (Dipartimento di Fisica), MARCO PALLA (Dipartimento di Fisica).