

COSMO

27

APRILE
2022

SAMANTHA CRISTOFORETTI

**SCelta
DALLO SPAZIO**

**VIVERE OLTRE
L'ATMOSFERA**

**INDIZI BIOLOGICI
DA MARTE**

IL CIELO DEL MESE



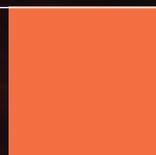
Italia 9,90 euro

Anno 4 - N° 27 - aprile 2022 - Periodicità: mensile - Prima immissione: 29/03/2022
Mensile - Poste Italiane Spa - Spedizione in abbonamento postale
D. L. 353/2003 (conv in L. 27/02/2004 n. 46) Art. 1 comma 1 LO/MI

CORTESIA ESA/NASA

CIELO E TERRA

DI WALTER RIVA



L'INCREDIBILE SCOPERTA DEI QUASICRISTALLI NATURALI

UN RITROVAMENTO AI CONFINI DELLA TERRA
CI RIMANDA AI CAOTICI ALBORI DEL SISTEMA SOLARE



» Inquadra il QR per un video di presentazione
dei quasicristalli naturali da parte di Luca Bindi.

Scoprire che una nuova forma di aggregazione della materia esiste in natura e non è soltanto frutto di una sintesi in laboratorio. E raccontare la storia di questa incredibile scoperta, fra incontri casuali, intuizioni geniali, ostacoli geo-politici e viaggi in Siberia. Di tutto questo ci narra il libro **Quasicristalli: l'avventura di una scoperta** (Tab edizioni, 2021, 260 pagine illustrate, prezzo 22,80 euro), scritto dal protagonista, il geologo **Luca Bindi**, direttore del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze. Un libro che, come si legge nella prefazione della divulgatrice scientifica Barbara Gallavotti, ha il grande pregio di raccontare il lavoro dello scienziato e non soltanto la scoperta in sé. Come dice Gallavotti, forse buona parte della distanza fra il cittadino comune e la scienza – di cui abbiamo avuto innumerevoli esempi negli ultimi due anni – è dovuta anche al non sapere che cosa implichi il lavoro quotidiano di chi fa ricerca e che invece in quest'opera emerge prepotentemente nei suoi aspetti positivi, ma anche in quelli più sofferti,

come doversi difendere dagli attacchi di colleghi increduli o dover trovare il denaro per proseguire i propri studi. Abbiamo chiesto proprio a **Luca Bindi** di accompagnarci nella presentazione del suo libro, impreziosito da altre due prefazioni illustri, di Luciano Maiani e di Marco Tavani; un'opera che è anche il racconto di un percorso che parte dall'Italia, attraversa gli Stati Uniti, arriva fino all'Estremo Oriente russo e strizza infine l'occhio allo spazio siderale.

CHE COSA SONO I QUASICRISTALLI E PERCHÉ SONO COSÌ IMPORTANTI?

I minerali sono sempre stati descritti come materiali cristallini, ossia dotati di strutture in cui gli atomi hanno una disposizione periodica che si ripete regolarmente. Gli esagoni in un reticolo a nido d'ape o le piastrelle quadrate di un pavimento sono esempi di disposizioni periodiche bidimensionali. Circa una trentina di anni fa, Dov Levine (Technion, Israele) e Paul J. Steinhardt (Princeton University, Usa) ipotizzarono

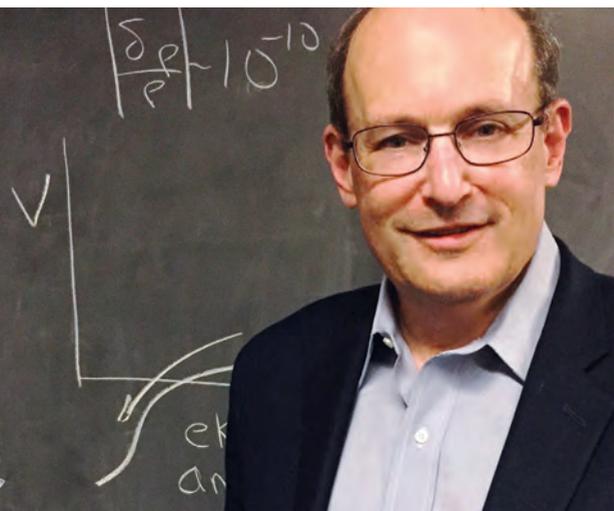
l'esistenza di una via di mezzo tra lo stato cristallino e quello vetroso, un materiale con caratteristiche impossibili che i due autori chiamarono *quasicrystals*.

In questi materiali, due o più gruppi atomici dovevano ripetersi a intervalli diversi, e il rapporto fra tali periodi di traslazione doveva essere irrazionale, cioè non esprimibile come frazione. Le caratteristiche peculiari dei quasicristalli producono conseguenze insolite sulle proprietà fisiche (specialmente la resistività e alcune proprietà elastiche) dei metalli che li costituiscono.

NELLA SUA SCOPERTA HA AVUTO COME COMPAGNO, IL COSMOLOGO PAUL STEINHARDT. QUAL È STATO IL SUO RUOLO IN QUESTI STUDI?

Paul Steinhardt, della Princeton University, è noto per i suoi studi in cosmologia, dove ha formulato la teoria dell'Universo epirotico, secondo la quale il cosmo è nato da una sorta di collisione fra due

» Rappresentazione artistica di uno scontro tra asteroidi ai primordi del Sistema solare, per quanto ne sappiamo l'unico sistema naturale di produzione dei "quasicristalli".



» Paul Steinhardt (foto Sleepy Geek).

protouniversi.

Direi che Paul è il vero co-protagonista della storia.

Dal 2007 abbiamo lavorato spalla a spalla per procurare nuovi dati e sconfiggere l'incredulità della comunità scientifica. Paul è stato fondamentale in molti momenti e il suo background ci ha aiutato varie volte per coinvolgere personaggi che avrebbero potuto aiutarci ad andare avanti. Paul è colui che ha introdotto il concetto di quasicristallo dal punto di vista teorico nel 1984, qualche mese prima che il team del fisico israeliano Daniel Shechtman riuscisse a realizzare questi materiali in laboratorio.

LEI SI È APPASSIONATO ALL'ARGOMENTO DOPO AVER LETTO UN ARTICOLO DI STEINHARDT. E C'È UNA PRIMA COINCIDENZA FORTUNATA, NASCOSTA A FIRENZE...

Scoprire un quasicristallo naturale avrebbe aperto un nuovo capitolo nello studio della mineralogia,

modificando drasticamente la classificazione tradizionale dei minerali. Trovare un quasicristallo naturale avrebbe rappresentato un modo per studiarne la stabilità in condizioni non riproducibili in laboratorio. Inoltre, la scoperta avrebbe potuto suggerire nuove condizioni chimico-fisiche per la formazione dei quasicristalli, legate a processi naturali terrestri o extraterrestri.

Nel 2008, dopo essere entrato in contatto con Paul e dopo una prima serie di insuccessi, decidemmo di cercare se in natura esistesse qualcosa di simile ai quasicristalli prodotti in laboratorio. Tentammo di vedere se i quasicristalli sintetici conosciuti presentavano qualcosa in comune. La risposta era semplice: quasi tutti i quasicristalli artificiali hanno alluminio nella loro struttura e molto spesso alluminio legato al rame. Esistevano già minerali descritti con questa composizione? Dalle nostre ricerche nei database mineralogici emersero due minerali naturali con composizione simile a quella che noi stavamo cercando, la khatyrkite (CuAl) e la cupalite (CuAl), due leghe cristalline descritte per la prima volta nel 1985 da scienziati russi, ritrovate setacciando concentrati pesanti alla ricerca di platino nei torrenti delle montagne del Koryak, nella Chukotka, la parte nord-orientale della Kamchatka.

Verificammo se uno di questi campioni fosse presente nelle collezioni mineralogiche del Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze: nonostante la rarità di queste specie, un campione di khatyrkite era presente davvero nel Museo fiorentino. Venduto al



» La copertina del libro di Luca Bindi.

Museo di Firenze da un commerciante di minerali nel 1990 e catalogato come proveniente dalla stessa regione esplorata dai russi nel 1985.

UNA CONFERMA ARRIVA A CAPODANNO DEL 2009: BIZZARRI QUESTI SCIENZIATI CHE FANNO ESPERIMENTI INVECE DI FESTEGGIARE L'ANNO NUOVO!

Ci mancava la prova definitiva per poter rendere pubblica la scoperta. Per questo motivo, nel novembre 2008, i due piccoli frammenti estratti dal campione fiorentino furono portati a Princeton per studiarne la struttura cristallina mediante diffrazione di elettroni con microscopia elettronica in trasmissione. Era il primo giorno dell'anno 2009 quando ebbe inizio l'esperimento. Dopo qualche ora, vedemmo l'immagine di una delle simmetrie tipiche previste per i quasicristalli. La fissammo a lungo e in silenzio. In un mix di commozone

ed emozione ci abbracciammo, felici e consci dell'importanza di ciò che avevamo scoperto. La nostra festa era quella!

UN GRANDE RISULTATO SCIENTIFICO, CHE PERÒ CREA TANTI PROBLEMI, SOPRATTUTTO CON LA NASA; MA CHE COSA C'ENTRA L'AGENZIA SPAZIALE AMERICANA?

La cosa più difficoltosa era tentare di capire che tipo di processo geologico potesse aver formato un qualcosa di così esotico come un quasicristallo naturale. Quest'ultimo, infatti, evidenzia nella sua struttura la presenza di alluminio non legato all'ossigeno. L'alluminio metallico tende a ossidarsi con estrema facilità con l'ossigeno e lo si riesce a ottenere solo in laboratorio o nei processi industriali e per questo motivo fu presa in considerazione l'ipotesi che il campione fosse una scoria o un sottoprodotto di una industria. Quest'ultima possibilità fu sposata dai geologi della Nasa che mi chiesero addirittura di ritrattare. Fu un periodo molto duro per me: mi sentivo accerchiato e messo in discussione.

COME AVETE RISOLTO IL PROBLEMA?

L'analisi isotopica del minerale gli attribuiva una origine extraterrestre, che fu indentificata con una meteorite caduta circa 15mila anni fa sui monti Koryak. A questo punto, l'unica soluzione era andare a cercare altri reperti nel luogo di origine del frammento custodito a Firenze. Una spedizione molto costosa.

Ma a questo punto è capitato l'incontro con un benefattore,

durante una cena negli Usa. La storia è ricca di coincidenze e colpi di scena. Grazie alla partecipazione a un evento nella più esclusiva Fondazione statunitense, abbiamo incontrato Dave (giuro che non so ancora il cognome...), e grazie a lui abbiamo trovato le risorse per la spedizione ai confini del mondo.

COME SI È SVOLTA LA SPEDIZIONE?

Abbiamo formato una squadra internazionale di esperti e siamo partiti per la remota regione di Chukotka. Sono stati 40 giorni davvero intensi, sia dal punto di vista scientifico che personale. Essere sempre sotto esame e lavorare spalla a spalla con i più grandi del settore in condizioni estreme ti mette davvero a dura prova. Altra cosa importante è stata la mancanza della famiglia: zero comunicazioni per tutto il periodo.

PERÒ IL RACCONTO DELLA SPEDIZIONE È APPASSIONANTE E TALVOLTA DIVERTENTE

Abbiamo avuto a che fare con un orso

bruno e abbiamo dovuto attraversare un fiume, il Khatyrka, all'interno di un cingolato con l'acqua che arrivava fino ai finestrini... Poi abbiamo avuto una grande sorpresa, per chi non è abituato a quei luoghi: un'infestazione di zanzare! Passi l'orso bruno a qualche metro di distanza ma avere centinaia di migliaia di zanzare intorno a ogni ora del giorno e della notte credo che sia una cosa che destabilizzi chiunque.

POI, SUL CAMPO, LA SCOPERTA TANTO ATTESA, GRAZIE ANCHE ALL'INTUIZIONE. SI PUÒ PARLARE DI UN "SESTO SENSO" DELLO SCIENZIATO?

Per quanto mi riguarda mi sento di dire di sì. Sono capitati vari episodi in questa storia in cui io immaginavo una cosa e poi la vedevo realizzare. Non so come possa essere successo, ma è successo davvero, ripetutamente. A volte, forse quello che io ho creduto essere guidato dal sesto senso è stato solo intuito dovuto all'esperienza e a tutto il tempo speso sul progetto. Non saprei dirlo.



» Il frammento di khatyrkite conservato nel Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze da cui tutto è iniziato.

DOPO LA CONFERMA DEI QUASICRISTALLI NATURALI, AVETE SCOPERTO CHE SI POSSONO FORMARE SOLO NELLO SCONTRO FRA ASTEROIDI. COME LO AVETE PROVATO?

Esistono laboratori in cui si può riprodurre artificialmente lo scontro tra asteroidi. Siamo andati al Caltech, dove si trova un enorme strumento con un lungo tubo (tipo la canna di un fucile), in cui un proiettile viene accelerato alla velocità di 1000 metri al secondo. Il proiettile viene fatto impattare su un target e si studiano le fasi generate nello scontro. Il primo esperimento che abbiamo fatto nel 2016 ha prodotto un quasicristallo di composizione chimica e struttura praticamente identico a quello trovato nella meteorite. È stato un successo enorme, perché in un colpo solo abbiamo individuato un fenomeno che è in grado di generare quasicristalli e dimostrato che il meccanismo in grado di produrli si può realizzare nello spazio, grazie allo scontro tra asteroidi, e non sul nostro pianeta.

ARRIVANO QUINDI I RICONOSCIMENTI, COME IL PREMIO DAL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

Un successo incredibile e inaspettato. Nel 2015, al Quirinale, con il presidente Mattarella, è stata una soddisfazione unica, una gratificazione infinita.

CHE COSA DESIREREBBE ANCORA RIUSCIRE A SCOPRIRE NEI PROSSIMI ANNI?

L'ultimo capitolo della saga dei quasicristalli si è sviluppato studiando



» La "compagnia del quasicristallo" ripesa durante la spedizione in Chukotka. Luca Bindi è al centro della fotografia.

il materiale formatosi all'alba del 16 luglio 1945, quando gli Stati Uniti dettero il via al *Trinity Test*, il primo esperimento atomico condotto nel deserto del New Mexico nell'ambito del Progetto Manhattan. Il fungo atomico causò anche la creazione del primo quasicristallo prodotto involontariamente dall'uomo e identificato nei detriti depositatisi quel giorno nell'enorme cratere creato dalla bomba. La detonazione causò la fusione della sabbia circostante, della torre di prova e delle linee di trasmissione in rame, andando a formare un materiale vetroso noto come trinitite. Proprio studiando i frammenti di trinitite è stato scoperto un quasicristallo con una composizione chimica finora sconosciuta, legata alle condizioni in cui si è formato, e la cui data di creazione è indelebilmemente impressa nella storia dell'umanità.

Fino a oggi sapevamo che i quasicristalli in natura si formano in condizioni estreme di temperatura e pressione: gli unici due documentati erano quelli ritrovati sulle montagne

del Koryak. Le condizioni in cui i due quasicristalli si erano formati, probabilmente in collisioni tra asteroidi nello spazio agli albori del Sistema solare, sono paragonabili a quelle prodotte in esplosioni atomiche. Per questo era stato deciso di studiare attentamente il materiale del *Trinity Test*. Uno dei risvolti della scoperta ha a che fare con le azioni di contrasto alla proliferazione nucleare. Perché, diversamente da quella degli altri detriti che si formano in seguito a esplosioni nucleari, la composizione dei quasicristalli rimane stabile nel tempo e potrebbe quindi testimoniare lo svolgimento delle esplosioni stesse. Ma la nostra scoperta apre soprattutto nuovi orizzonti di ricerca legati alle condizioni straordinarie in cui i quasicristalli possono essere creati e dà nuovi input al progetto con possibili nuove idee: si possono formare quasicristalli in scariche di fulmini su materiale terrestre? In materiali terrestri che hanno subito impatti da corpi extraterrestri? Questi sono solo due dei punti su cui stiamo lavorando adesso, in attesa di nuove scoperte. 