

Il cervello dello speleologo

Marisa Siccardi di ANIN (Associazione Nazionale Infermieri di Neuroscienze),
INALMENTESPELEO, associazione culturale, Savona, Italia

Abstract italiano: Nel definire il concetto di “geografia del vuoto”, si afferma l'importanza dell'attività di ricerca dello speleologo e del suo particolare impegno mentale e fisico nell'esplorare l'ambiente ipogeo, e richiede un preciso orientamento volumetrico. L'attività scientifica della speleologia è volta alla ricerca dell'acqua carsica, che nel presente e sempre di più nel futuro, volto all'aumento della siccità, sarà indispensabile per l'approvvigionamento idrico legato alla vita. Alla ricerca della conquista dello spazio, gli astronauti si avvalgono dell'esperienza in grotta degli speleologici, mentre vengono studiati e programmati strumenti di alto ingegno e tecnologia per la conquista di Marte: strumenti e tecnologia avanzata sono altresì indispensabili per utilizzo umano dell'acqua carsica ma in tutto il mondo, sebbene migliorata, l'escavazione di pozzi artesiani, nei quali da sempre e tutt'ora, accade che involontariamente vi precipitano bambini destinati a sicura morte, si segue la medesima tecnologia da oltre 40 anni. L'introduzione di una nuova realizzazione scientifica e tecnologica: “Robottino”, come quella ideata da Tullio Bernabei, approvata dalla Protezione Civile italiana e in fase di attuazione sperimentale dal Politecnico di Torino e dall'Università de L'Aquila, per la sua realizzazione necessita della disponibilità di fondi che occorre ricercare.

Parole chiave: speleologia, acqua, carsico, pozzo artesiano, robottino.

Abstract inglese: In defining the concept of “geography of the void”, the importance of the speleologist's research and his specific mental and physical commitment to exploring the underground environment is affirmed, requiring a precise volumetric orientation. The scientific activity of speleology is aimed at the search for karst water, which, both now and increasingly in the future, faced with increasing drought, will be essential for the water supply necessary for life. In their quest to conquer space, astronauts draw on the speleologists' experience in caves, while highly ingenious and technologically advanced instruments are being studied and programmed for the conquest of Mars. Advanced instruments and technology are also essential for the human use of karst water, but throughout the world, despite improvements, the excavation of artesian wells, into which children, destined to certain death, have always and still are, inadvertently fallen, still uses the same technology as over 40 years ago. The introduction of a new scientific and technological achievement: “robottino”, such as the one conceived by Tullio Bernabei, approved by the Italian Civil Protection and currently being experimentally implemented by the Polytechnic of Turin and the University of L'Aquila, would guarantee the safety of children and, for its implementation it requires the availability of funds which must be sought.

Keywords: speleology, water, karst artesian well, robottino.

Nell'immaginario collettivo la speleologia percorre spazi bui, sconosciuti, lontani e scollegati dal quotidiano del mondo odierno, un limbo del quale poco si conosce e poco c'è da dire. Noi sappiamo invece che il mondo ipogeo non solo è ricco e complesso, ma è parte integrante della montagna e del suo territorio. La speleologia illumina e percorre spazi che rappresentano la parte vuota del globo, un mondo che va descritto, documentato e raccontato, ma prima di tutto va esplorato. [...] Lo speleologo è di fatto un geografo del vuoto (Nicolette *et al.*, 2018).

Rappresentazioni del mondo sotterraneo (Casola, 30 ottobre 2010)

Per le diverse forme umane che nelle loro molteplici migrazioni planetarie si sono in-

contrate, ibridate e succedute nei millenni: Denisoviani, Neanderthaliani, Sapiens e, forse, qualche altra non ancora scoperta, la grotta è stata la dimora d'elezione per viventi e per defunti, tempio degli spiriti e luogo magico. Per noi Sapiens odierni, miniera di memoria storica geologica, paleontologica, climatologica, biologica, archeologica, paleoantropologica. Da tempi lontani le grotte hanno suscitato negli esseri umani anche interrogativi, timore, fantasie, credenze che si sono sviluppate e affermate nel tempo e infine curiosità, spirito di avventura, stimolo di scoperta, laboratorio di ricerca scientifica. In una sintesi chiarissima Francesco Sauro afferma: «Il Cuore della Terra è stato la culla dell'umanità, il tempio buio dove è nata l'arte rappresentativa, il luogo del mistero dove si rifugia l'anima del passato e del futuro. Nelle grotte troviamo cristallizzata

la testimonianza di tutta questa storia e possiamo seguire l'evoluzione dell'uomo come quella della vita stessa sul nostro pianeta».

Al seguito degli speleologi le neuroscienze sono entrate in grotta a pieno titolo con l'osservazione e lo studio delle relazioni ambiente-cervello-comportamento, fondamentali per la cognizione del percorso esplorativo. Infatti le stesse condizioni fisiche particolari della grotta (temperatura, illuminazione, umidità, acqua, input sensoriali insoliti, olfattivi, tattili, uditivi, visivi...) e l'isolamento dello speleologo dall'esterno, la psicologia, la salute mentale, le attività condivise e le interazioni di gruppo influenzano le prestazioni umane personali e di squadra. Michel Siffre, grande geologo e speleologo francese, dal 16 luglio al 17 settembre 1962 per primo affrontò l'isolamento da solo, a 110 metri di profondità, nell'Abisso Scarason, nelle Alpi Liguri, mantenendo il solo contatto telefonico con l'équipe di superficie. Obiettivo dell'esperimento fu proprio quello di verificare e valutare le reazioni di adattamento del corpo e della psiche umana e le modifiche del ciclo circadiano in condizioni di isolamento temporale: da notare come, al termine dell'esperimento, sulla base della sua memorizzazione ritenne si trattasse del 20 agosto.

Ripeté l'esperienza successivamente dal 14 febbraio al 10 agosto 1972, trascorrendo ben 205 giorni totalmente solo all'interno della Midnight Cave, nel Texas, in un'area di circa 40 mt quadrati con strumenti che rilevavano i parametri vitali e quindi costantemente monitorizzato tramite sensori che registravano la frequenza cardiaca, la pressione del sangue e la temperatura corporea. In quella esperienza, dopo circa due mesi ebbe un calo psicologico che ne indebolì la resistenza mentale, ma riuscì ugualmente a portare a termine la prova.

Le funzioni cerebrali e le prestazioni comportamentali dello speleologo nelle spedizioni esplorative, soprattutto di lunga durata, assai impegnative, richiedono molta concentrazione e massimo autocontrollo. Le attività che si svolgono sono spesso soggette a rischi pur se condotte seguendo protocolli di massima sicurezza; infatti comprendono la diversa qualità del ciclo riposo-attività che può richiedere lunghi periodi di veglia e di prolungata intensità operativa, alterna o inadeguata qualità del sonno e della sua percezione, particolari modalità di alimentazione e di eliminazione e stress progressivo. Gli speleologi offrono così ai neuro-scienziati un vasto campo di ricerca.

Terreno di notevole interesse e studio psicologico è la modalità di pensiero, l'ambiente anche mentale dello speleologo che è l'oscurità, l'ignoto totale del nuovo orizzonte e del percorso da seguire per tentare di raggiungerlo, la sua capacità di orientamento visuo-spaziale nell'utilizzare le informazioni disponibili nell'ambiente per procedere in modo efficiente ed efficace, l'abilità di superare ostacoli che non appaiono su alcuna mappa e si presentano accidentalmente. Lo speleologo nell'ambiente ipogeo unisce memoria, attenzione, percezione, orientamento e immaginazione per fare propria una rappresentazione mentale dell'ambiente circostante (mappa cognitiva) e di quello che ipotizza, seguendo un segnale fisico appena percettibile come nel caso di un soffio d'aria, al fine di assumere capacità decisionali e spingere verso l'esplorazione. Eccone un esempio:

Davanti a me c'è un tratto di galleria alta due o tre metri, ma larga mezza spanna, impenetrabile. È un meandrino che chiude appena tre metri più in là, in fondo alla fessura si vede proprio la roccia che chiude. Ma, assurdamente, ne arriva un gran flusso d'aria, finalmente contenuto e non disperso in mille rivoli come era nei passaggi precedenti. Da dove viene se è chiuso? Guardo in basso, all'altezza del pavimento, alla base del meandro le pareti si scostano, di lì si passa. Il pavimento è fatto di fango secco, intonso.

Da tanti anni sono rassegnato a ricordare il futuro, ad essere avvisato di quello che è il momento iniziale di qualcosa di importante. Lì si forma la sensazione ed eseguo per la prima volta qualcosa che, nei dieci anni seguenti, farò altre centinaia di volte proprio in questo punto: mi accoccolo e poi stendo allungato a terra, nello stretto, e avanzo. Vedo che incido il pavimento, formatosi in millenni di quiete, nell'alternarsi stagionale del flusso d'aria. Nel buio. Striscio, il ricordo del futuro si fa intenso, si congiunge con la realtà; davanti chiude, è vero, ma a destra mancano sia la parete che il pavimento: nero, ampio, in vuoto, si spalanca un pozzo silenzioso, echeggiante solo dei miei rumori. Venti metri? [...] si inizia (Giovanni Badino).

Il percorso individuale dello speleologo è anche un viaggio dentro sé stessi, frutto delle molteplici emozioni che si provano nell'introdursi nel "buco nero" che ci si trova innanzi, l'ascolto del silenzio, del cadere della goccia

d'acqua nella pozza sottostante, il fruscianti rumore che si percepisce in cunicoli, strettoie, meandri, la percezione di un soffio ricercato, il rumore di acque fonde lontane, lo scorgere le vene d'acqua e l'attesa della goccia che con estrema lentezza s'arrotonda sulla punta di una stalattite... L'emozione di stare insieme ad altri nel fango, di condividere luci, pensieri, materiale e sentirsi un corpo unico che vuole alla fine ritrovarsi anche all'esterno, nel vivere quotidiano, per condividere le emozioni di soddisfazione e di gioia ma anche di delusione, di rabbia, di speranza per programmare una nuova uscita.

Lunga e affascinante è la storia della speleologia, vissuta da pochi e nota a meno ancora, ma nel tempo il "buio" ha stimolato anche persone di alto ingegno:

Tirato dalla mia bramata voglia, vago di vedere la gran coppia delle varie e strane orme fatte dalla artificiosa natura, aggirandomi alquanto infra gli ombrosi scogli, pervenni all'entrata di una gran caverna, dinanzi alla quale, restato alquanto stupefatto e ignorante di tal cosa, piegato le mie reni in arco e ferma la stanca mano sopra il ginocchio, e colla destra mi feci tenebre alle abbassate ciglia; e spesso piegandomi in qua e là per vedere se dentro vi uscisse alcuna cosa e questo vietatomi per la grave oscurità là entro era, e stato alquanto sorse in me due cose: paura e desiderio: paura per la minacciante e scura spelonca, desiderio per vedere se là entro fusse alcuna miracolosa cosa (Leonardo da Vinci, la Grotta di Fiumelatte in Lombardia).

Ogni persona che per qualsiasi motivo varca "il buco nero", come il nostro Leonardo vive emozioni difficilmente dimenticabili, in modi diversi e secondo i propri orientamenti ed esperienze di vita. Abbiamo rivolto in proposito qualche domanda agli speleologi e alle speleologhe appartenenti alla nostra associazione culturale FINALMENTESPELEO per condividere con gli infermieri dell'ANIN alcune risposte (allegato 1).

Le emozioni si provano, è certo, anche nell'arrampicare su pareti rocciose e nel camminare su un piano molto accidentato all'aperto, che richiede indubbiamente esperienza e sicurezza, ma nel tracciare una via nuova si hanno comunque riferimenti visibili e misurabili. Nel buio assoluto, però, all'interno del volume ipogeo, affrontare in salita e discesa pareti rocciose e ripiani accidentati richiede

preparazione, capacità e allenamento fisico e mentale ben diverso.

Spesso, alcune persone immaginano e affermano che la speleologia sia una sorta di alpinismo all'ingiù ma Giovanni Badino da tempo ne ha chiarito la sostanziale differenza, fornendo anche un'idea dell'atteggiamento psicologico degli esploratori del mondo sotterraneo:

Lo speleologo è un geografo. Si immagini un continente pieno di montagne di ignote dimensioni, sempre immerse nella nebbia, se l'alpinismo fosse vagare in questi posti scalando alla cieca, vedendo solo cinque metri attorno, disegnando e rilevando i percorsi, le vie alternative, misurando vette nel buio, scoprendo pareti, valli, connessioni fra le montagne, allora effettivamente la speleologia sarebbe alpinismo all'ingiù.

L'alpinista è sempre sovrastato e dominato dal cielo, con i suoi cicli meteorologici e temporali mentre il cielo dello speleologo è roccia immutabile: il tempo, giù, non c'è; anche questo ha importanti conseguenze sull'atteggiamento mentale di chi vi scende. E ancora: il mondo dell'alpinista è fatto di una superficie, per quanto accidentata, quello dello speleologo di volumi. La percezione di questa tridimensionalità è faticosa e difficile: gli esploratori sotterranei più bravi sono quelli che meglio riescono a sentire il "volume" attorno a sé, liberandosi dalla sensazione che la grotta debba svilupparsi, come il loro cammino, su un piano di dimensioni.

Entrambi gli stili di cammino vengono però accomunati, proprio nelle differenti impostazione didattiche di progressione e di sicurezza, nelle esercitazioni e nell'attività operative del CNSAS, Corpo Nazionale Soccorso Alpino Speleologico, del quale fanno parte per primi medici, infermieri e speleologici con funzioni diverse, indispensabili al procedere "senza possibilità di errore", con un crescendo di emozioni nelle esercitazioni e nei soccorsi più impegnativi sia in quello verso le vette bianche, sia nel profondo dei buchi neri. Gli infermieri dell'ANIN possono fornire il loro prezioso contributo entrando anche a far parte del CNSAS.

Ma nel mondo vi sono anche dei buchi neri artificiali e profondi, di diametro in media non superiore ai 20 cm, scavati dall'uomo per il rifornimento d'acqua: i pozzi artesiani, situati in

luoghi non recintati e spesso senza alcuna protezione sull'imboccatura, di diametro di norma inferiore ai 30 cm, che diventano trappole mortali per i bambini dal fisico minuto i quali, correndo, vi precipitano all'interno scivolando in profondità.

Tra il 10 e il 12 giugno 1981 in località Salviotta, una frazione di Frascati lungo la via di Vermicino che collega la via Emilia alla Tuscolana, in uno di questi pozzi perse la vita Alfredo Rampi, detto Alfredino, un bimbo di 6 anni, nella vicenda drammatica che ancora oggi viene ricordata come "la tragedia di Vermicino": il 10 giugno il bimbo precipitò nel pozzo largo 30 cm e profondo 80, bloccandosi all'altezza di 36 metri. Giunsero polizia e vigili del fuoco che, per eseguire uno scavo al fine di costruire un pozzo parallelo e una galleria trasversale, lanciarono un appello radio per il recupero di una trivella (allora non esisteva la Protezione Civile e in casi drammatici e in assenza di coordinamento subentrava l'improvvisazione) (allegato 2).

A sostegno dei soccorritori e per stare accanto ai familiari del bambino l'11 giugno giunse personalmente il Presidente della Repubblica Sandro Pertini, il quale, dopo il sostegno ai familiari del bambino, istituì successivamente, nel 1982, il Ministero senza portafoglio per il Coordinamento della Protezione Civile.

Il giorno 11 intervennero gli speleologi del Soccorso Alpino, di cui era capo squadra per il Lazio lo speleologo Tullio Bernabei, di 22 anni, che si calò lui stesso nel cunicolo, seguito poi dallo speleo Maurizio Monteleone, poi Isidoro Mirabella. Ad un certo punto la trivellazione fu bloccata perché subentrarono ulteriori complicazioni causate dal substrato di terreno roccioso, mentre Alfredino scivolava ancora più in basso... Tullio Bernabei venne calato nuovamente nel pozzo e dopo di lui lo speleo Claudio Aprile e il volontario Angelo Licheri... Purtroppo la salvezza non fu possibile.

L'informazione radiotelevisiva pubblica costituì il maggiore intervento mediatico con le reti RAI unificate, ma favorì l'affollamento indiscriminato di curiosi che, seppure ansiosi per la vita di Alfredino, indubbiamente intralciarono i soccorsi.

Tullio Bernabei, speleologo, esploratore, giornalista, pubblicista, regista di fama internazionale, come altri diretti protagonisti di quella triste vicenda, ha continuato a ricordare la morte di Alfredino e, soprattutto, dai giorni immediatamente successivi ha cercato di immaginare soluzioni per la salvezza dei bam-

mini che nel mondo continuano a cadere nei pozzi e a morire, imperniate innanzitutto sulla messa in sicurezza della persona per impedirne lo scivolamento e sulla programmazione e progettazione di minirobot per sollevarla. Nel 2021, su proposta di Tullio Bernabei, la Protezione Civile ha istituito un gruppo di lavoro su questo tema e nel contempo due università italiane: l'Università dell'Aquila e il Politecnico di Torino indipendentemente e con la collaborazione di Tullio Bernabei, hanno iniziato la progettazione reale di un minirobot, guidato da remoto da un operatore specializzato.

Il riscaldamento globale, l'aumento della siccità e la crescita costante della mancanza d'acqua come risposta possibile per accedere alla risorsa vitale, soprattutto nei paesi poveri, debbono ricorrere allo scavo di pozzi artesiani: tramite la stampa internazionale si ha notizia di alcuni casi di bambini caduti involontariamente nei pozzi e dei quali, come per Albertino, si è persa la vita (Marocco, Spagna, India, Cina...), ma considerate le condizioni territoriali e di vita delle popolazioni globali i casi sono indubbiamente molti di più.

A Tullio Bernabei, in proposito, abbiamo posto anche il quesito: "Se accadesse ancora?" ed egli ci ha concesso l'intervista (allegato 2).

Scienza e tecnologia si orientano sempre di più verso le "conquiste" astrofisiche, con finanziamenti pubblici, soprattutto di paesi ricchi e di privati più ricchi ancora, ma sulla terra ancora nessuno offre i fondi per il proseguimento della ricerca e della sperimentazione del "robottino-Alfredino". Noi infermieri dell'ANIN siamo sempre stati "gente un po' strana" che invitava ai suoi primi congressi i "malati" e i genitori dei "bambini malati", mentre in quelli ritenuti di più alto livello scientifico la persona malata era tenuta ancora lontana e all'oscuro. È per questo che proporre all'ANIN di diffondere l'importanza vitale del robottino-Alfredino e di lanciare l'appello per la raccolta di fondi finalizzati alla sua costruzione sia congeniale allo spirito stesso dell'ANIN, che in ogni ambito del suo partecipare europeo e mondiale, neurochirurgia, neurologia, neuropsichiatria, pone al primo posto la ricerca e l'applicazione della prevenzione.

L'esplorazione spaziale umana, ben finanziata, si prepara al ritorno sulla luna in tempi brevi e, sostenuta dal superamento di sfide

ingegneristiche raffinate, di altissimo livello, si orienta ulteriormente verso Marte. Nel tempo, però, per le missioni di lunga durata oltre l'orbita terrestre e nonostante il superamento di limiti tecnici e tecnologici, si sono riscontrate lacune e insuccessi ritardanti il successo della missione. L'immersione umana nelle profondità della terra per molti aspetti condivide problemi e adattamenti psicofisici dei voli spaziali: per questo motivo le spedizioni ipogee si sono sviluppate in analogia con questi ultimi per l'esercitazione degli astronauti, considerando inoltre l'opportunità di studiare anche aspetti del comportamento e della cognizione che difficilmente possono essere verificate in condizioni di laboratorio.

Una équipe di ricercatori in un articolo di recensione su *Condizione di spedizione: una revisione e una prospettiva della neuroscienza sotterranea con applicazione ai voli spaziali* hanno evidenziato con chiarezza come l'ambiente delle grotte costituisca un valido analogo spaziale per la ricerca umana, tra l'altro «esaminando il lavoro condotto sulle neuroscienze e la condizione umana all'interno delle grotte, esplorando la gamma di argomenti per i quali l'ambiente unico può rivelarsi prezioso, nonché ostacoli e limitazioni».

Ogni esplorazione richiede allenamento e per quello astronautico la "palestra" che gli scienziati ricercatori hanno ritenuta più idonea è quella ipogea: l'ESA, Agenzia Spaziale Europea, sino dal 2008 ha infatti svolto attività di addestramento in grotta e la missione multidisciplinare CAVES è la matrice delle esercitazioni, guidate in grotta da speleologi, degli astronauti appartenenti alle agenzie spaziali dell'ISS, Stazione Spaziale Internazionale (USA, Russia, Giappone, Canada, Europa).

In un periodo di tempo determinato dagli organizzatori (6 giorni o più), gli astronauti svolgono attività esplorative e scientifiche in condizioni e in tempi simili a quelli che troveranno in seguito nello spazio, per identificare e sperimentare competenze comportamentali indispensabili alla riuscita dell'impresa. Il programma scientifico include il monitoraggio dell'ambiente, lo studio della direzione e circolazione dell'aria, la composizione chimica dell'acqua, la mineralogia, la microbiologia, la ricerca di forme di vita adattate all'ambiente e, in via di sempre maggiore approfondimento, esperimenti sul comportamento/relazione e sulla salute psicofisica umana.

Si sottolinea che pure la persona maggior-

mente selezionata ed addestrata è soggetta ai limiti della fisiologia e della psicologia umana e come gli ambienti fisici e sociali isolati e confinati (come ad esempio istituzioni segreganti), estremi e comunque insoliti, influenzino la mente e il comportamento psicofisico. Gli analoghi spaziali possono offrire, in varie forme, simulazione di complesse interazioni di aspetti ambientali, fisici, fisiologici e sociali durante le missioni nello spazio ed essere campo di studio della psicologia, della cognizione e delle neuroscienze, mentre la speleologia continua a fornire il suo contributo di esperienza e di sicurezza.

Francesco Sauro, che da tempo addestra gli astronauti per i loro percorsi planetari, giustamente ricorda:

Noi speleologi svolgiamo spesso esplorazioni incredibili alle porte di casa, ma lontano dai riflettori. [...] Ma non possiamo più nasconderci. Negli ultimi anni le grotte, il Continente Buio, sono alla ribalta della conoscenza del nostro pianeta. Noi speleologici abbiamo la responsabilità di comunicare ciò che facciamo, e di farlo nel modo corretto, perché si tratta di un bene di cui noi dovremmo essere i primi guardiani, per proteggerlo e consegnarlo alle generazioni future. [...] Tra grotte, buchi neri e rocce marziane, la speleologia sta aprendo una strada nuova che ci insegna a guardare oltre la superficie delle cose, ci inietta quel desiderio di vedere al di là dell'orizzonte, di svoltare l'angolo per illuminare il buio più fitto. Non possiamo fermarci. Dove ci condurrà questo cammino è difficile dirlo, ma finalmente le grotte e la speleologia cominciano a essere riconosciute come una parte importante dell'avventura umana.

Anche "noi" infermieri dell'ANIN abbiamo svolto e svolgiamo attività di grande importanza alle porte di casa e ben lontane dai riflettori e dai microfoni: tuttavia facciamo parte della Associazione Europea degli Infermieri di Neuroscienze e della Federazione Mondiale degli Infermieri di Neuroscienze e possiamo quindi trasmettere al mondo il messaggio di Tullio Bernabei: la mia proposta di antica infermiera e di piccola speleologa che in entrambi i campi si è impegnata per la prevenzione e la sicurezza non è utopistica.

L'acqua che berremo sarà sempre più cara, la sete sempre più forte e i pozzi artesiani continueranno ad essere scavati e i bambini a precipitare nel loro interno: nessun infermiere potrà praticare loro cure neurochirurgiche,

neurofisiologiche, neuropsichiche perché la morte, con i soli sistemi tecnici e tecnologici tuttora in uso in casi di simili eventi tragici, giungerà prima di noi al “cervello” dei bambini. Promuovere con forza e decisione la realizzazione del progetto “Robottino/Alfredino” ritengo sia un impegno civile e morale che può solo onorarci di essere infermieri di neuroscienze.

Riferimenti bibliografici

Aa.Vv. *Expedition Cogniton: A Review and Prospective of Subterranean Neuroscienze With Spaceflight Applications*, <https://www.frontiersin.org/journals/human-neuroscience/articles/10.3389/fnhum.2018.00407/full>.

Badino G. (1999), *Il fondo di Piaggia Bella*, Erga edizioni, Genova.

Badino G. (2006), *Un color bruno*, Edizioni Segnavia, Monastir.

Badino G. (a cura di) (2008), *Viaggio nelle profondità della speleologia. Dalle pagine di Bollettino informativo*. Gruppo Speleologico Piemontese CAI – UGET, Torino.

Bertarelli L.V., Boegan E. (1926), *Duemila Grotte*, Touring Club Italiano, Milano.

Forti P. (a cura di) (2003), *Introduzione alla speleologia*, Società Speleologica Italiana, Bologna.

Mogilever N.B., Zuccarelli L., Burles F., Iaria G., Strapazon G., Bessone L., Coffey E.B.J. (2018), *Expedition Cogniton: A Review and Prospective of Subterranean Neuroscience With Spaceflight Applications*, «Frontiers in human neuroscience», 12, 407, <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00407>.

Pievani T., Remuzzi G. (2025), *Dove comincia l'uomo*, Solferino, Milano.

Sauro F. (2021), *L'Abisso*, Vivalda Editore, Torino.

Sauro F. (2021), *Il continente buio*, Il Saggiatore, Torino.

Siffre M. (1975), *Dans les abîmes de la Terre*, Flammarion, Paris.

«Scintilena», Rivista online di Speleologia.

Risposte A

- La voglia di solitudine. (Marina A.)
- Prima stupore alla notizia che esiste un “interno terrestre”, un vuoto sotterraneo, non costruito dall'uomo. Poi curiosità feroce, desiderio di verificare di persona ciò che avevo sentito o letto, emozione che ci fosse ancora dell'ignoto accessibile ai più. (Alentina B.)
- Curiosità. Ma anche voglia di provare un nuovo gruppo di persone. (Riccardo D.)
- Solo la curiosità di provare una cosa che mai mi sarei immaginata di fare. (Anna P.)
- Curiosità. (Andrea S.)
- La curiosità di comprendere quel mondo dietro casa mia ma completamente celato. La voglia di avventura, mista a timore: quando iniziai, molto giovane, il timore era comunque attrattivo. (Fabio S.)
- A 10 anni avevo accesso a una biblioteca operaia colma di libri di Jack London, Salgari, Verne... la cui lettura stimolava la mia curiosità e voglia d'avventura, così non esitai a entrare nel primo buco nero che incontrai lungo un sentiero: cercando con la speranza di “scoprire” qualcosa di nuovo che, felicissima, trovai. (Marisa S.)
- Sono passati 50 anni... ma è stata certamente una curiosità che già avevo (facevo escursioni in montagna anche da solo, già sui 12 anni) e che la lettura di *Viaggio al centro della Terra* ha confermato: il desiderio di esplorare, scoprire luoghi nuovi e un'attrazione per il buio. (Tullio B.)

Risposte B

- La sicurezza. (Marina A.)
- La familiarità con l'ambiente roccioso, sentirmi a casa. Il dissolversi della paura del mistero sotterraneo, sensazione di sicurezza e protezione piuttosto che di minaccia. Poi gioia, ampliamento degli orizzonti possibili nello scoprire che il mio corpo poteva percorrere spazi nuovi, di forma, dimensioni e direzioni variabili, con difficoltà ed estensioni, differenti e maggiori di quanto immaginavo umanamente possibili, e non finiti... (Alentina B.)

Allegato 1. Emozioni dello/a speleologo/a

- A. Quale emozione ti ha spinto/o a entrare in grotta?
- B. Quale emozione hai provato la prima volta che sei entrata/o in grotta?
- C. Quale emozione hai provato la prima volta che sei rimasta/o sola/o in un ramo della grotta?
- D. Quale emozione hai provato di fronte a un imprevisto impegnativo in grotta (o drammatico, se ti è accaduto)?

- Entusiasmo. (*Riccardo D.*)
- Stupore e meraviglia. (*Anna P.*)
- Stupore. (*Andrea S.*)
- Direi che la prima volta fu di esaltazione. In libreria trovai un libro sulle grotte savonesi: con quello assieme ad altri 3 amici decidemmo di “esplorare” una di queste grotte la cui ubicazione e rilievo erano ben indicati sul libro. L'esperienza fu esaltante ma anche condotta con attrezzature al limite della sicurezza. Visto che l'esperienza fu impattante e esaltante due di noi, più “tecnici” pensammo di partecipare a un corso di speleologia. (*Fabio S.*)
- Anni prima del corso, in una grotta del finalese guidata da un paio di giovani ex partigiani che l'avevano abitata qualche volta durante la Resistenza: allora non avevamo alcun casco e solo una corda che si legava in vita al bisogno. Avevo letto con grandissimo interesse scritti sulla preistoria ligure e così la percorsi con passione arrampicandomi, strisciando e saltando pensando di ripercorrere i passi degli antichi Liguri. (*Marisa S.*)
- Anche qui è difficile ricordare, ma la prima uscita del corso fu piuttosto deludente e monotona per come era organizzata e per le attese, però il fascino di quella grotta mi colpì, come l'attrazione per il buio, e mi spinse subito a fare di tutto per trovarne di nuove, non esplorate, tanto che nella quarta uscita del corso mi segnai nota su un taccuino e ne disegnai il rilievo a casa, con un risultato molto vicino alla realtà. Quindi era proprio desiderio puro di esplorare e descrivere. (*Tullio B.*)

Risposte C

- Star bene con me stessa. (*Marina A.*)
- Insicurezza, paura di sbagliare piuttosto che minacce esterne (col corpo ce la faccio, ma la mia mente mi guida bene?). (*Alentina B.*)
- Nessuna in particolare. (*Riccardo D.*)
- Timore e preoccupazione. (*Anna P.*)
- Tranquillità. (*Andrea S.*)
- Grande quiete, come essere in una bolla che esclude completamente il “fuori”. Il silenzio aumentava il “silenzio” dei miei pensieri. Capita ancora ora di

rimanere volentieri un po' da solo in un ramo della grotta. (*Fabio S.*)

- Ero in un ramo degli Inglesi al Corchia, durante il Corso: il mio istruttore dopo essersi accertato che non avevo alcun problema a restare sola, si allontanò tornando indietro perché gli altri tardavano a raggiungerci. Mi avvolse una tranquillità immensa, spensi la fiamma percependo più forte l'odore del carburo, toccai le pareti, mi appoggiai interamente a una con il volto di lato e le braccia tese, come abbracciarla, per “ascoltare” la grotta, e nell'assoluto silenzio per la prima volta ascoltai il battito del mio cuore, accentuando l'emozione di essere nel cuore della Terra. (*Marisa S.*)
- Un po' di timore superato però subito dalla suggestione di stare lì dentro da solo, ho spento la luce per un po' e continuo a farlo dopo 50 anni, appena posso, sentirsi a proprio agio, nascosto ma padrone della situazione e dell'ambiente. (*Tullio B.*)

Risposte D

- Posso farcela. (*Marina A.*)
- Lucidità estrema, concentrazione, rapidità di pensiero e di azione. Profonda empatia e solidarietà con i compagni. (*Alentina B.*)
- Ero preparato: sapevo cosa fare. (*Riccardo D.*)
- Agitazione, nervosismo, autocontrollo imposto, fiducia nei compagni di squadra. (*Anna P.*)
- Impotenza. (*Andrea S.*)
- Ho avuto la fortuna di essere presente e coinvolto in poche situazioni drammatiche. Quella che potenzialmente avrebbe potuto avere risvolti gravi, si risolse con freddo e un tuffo in acqua. Comunque in quella situazione non ho provato emozione immediata, è scattata una modalità molto operativa per far fronte alla situazione. Poi dopo passata l'emergenza scatta sì a pensieri drammatici con ansia, poteva andare malissimo, e sentimenti di felicità e soddisfazione perché è andato tutto bene. (*Fabio S.*)
- Casi non gravi, ma la stessa, immediata fermezza, massimo autocon-

trollo e concentrazione come in casi effettivamente gravi e molto gravi affrontati in sala operatoria. Attenzione nel contribuire a mantenere la calma collettiva nella più attenta collaborazione. “Dopo”, passata l'emergenza, subentra un senso di svuotamento e di stanchezza “interna”. (Marisa S.)

- Ne ho decine e decine, vanno distinti il problema tecnico improvviso dalla situazione drammatica. Nel primo caso aumento di concentrazione e determinazione a risolvere il problema bene, per andare avanti e/o per poi ritornare in sicurezza. Nel secondo caso, quando ho rischiato di morire (più volte), ho provato molta paura e timore di non farcela, seguiti però subito da concentrazione massima. (Tullio B.)

Allegato 2. Intervista a Tullio Bernabei

Se accadesse di nuovo

È la domanda che spesso mi fanno quando scoprono che ho avuto a che fare con la storia di Vermicino, in qualità di capo squadra Lazio del Soccorso Speleologico.

Se accadesse di nuovo, cosa cambierebbe?

La risposta non è semplice e neanche scontata.

Intanto va eliminato l'ipotetico: in realtà accade ancora, con una certa frequenza ed esiti quasi sempre mortali, in diverse parti del mondo. Soprattutto in India diversi bambini ogni anno perdono la vita cadendo in strettissimi pozzi artesiani. E in Marocco la morte del piccolo Rayan è del 2022. Julien, in Spagna, ha perso la vita nel 2019.

Ma ciò avviene in chissà quante altre regioni del mondo, visto che la carenza d'acqua è un fenomeno in aumento costante, complice il riscaldamento globale, e le uniche risposte – soprattutto in paesi con meno risorse – sono lo scavo di pozzi. Gli scenari di rischio si moltiplicano, e sicuramente anche gli incidenti di cui non verremo mai a sapere nulla. Dunque accade.

Cosa cambierebbe oggi? Di certo potremmo contare su un'organizzazione forte, la Protezione Civile, che nel 1981 non esisteva. Su un modo di affrontare le emergenze più strutturato, con competenze meglio definite e basate su un bagaglio di esperienze molto

importante. Potremmo quindi affrontare il problema ragionando lucidamente sulla situazione e impiegando le migliori tecnologie per risolverla: ma è difficile dire se questo sarebbe sufficiente. In realtà, a mio parere, no.

Il punto è, purtroppo, molto semplice. Ad oggi non esistono strumenti tecnologici in grado di scendere nei pozzi stretti, dove i soccorritori non possono entrare a causa delle ridotte dimensioni, e operare un soccorso. Di conseguenza si ricorre al piano B, come a Vermicino oltre 40 anni fa: scavare un pozzo parallelo e raggiungere il bambino da sotto o lateralmente.

Il problema è che le tecnologie di scavo, per quanto evolute, presentano dei tempi molto lunghi (giorni, se parliamo di qualche decina di metri di profondità) e il fattore tempo gioca un ruolo determinante. I pozzi artesiani, di cui stiamo parlando, sono ambienti freddi e umidi, come le grotte, oltre che strettissimi. Rimanerci bloccati per un periodo lungo comporta l'arrivo dell'ipotermia. Non si sopravvive a lungo.

Le macchine che scavano pozzi non sono pensate per farlo in termini di ore, semplicemente perché non si ha questa necessità. Sono progettate per impiegarci giorni o settimane, e quindi non soddisfano la principale condizione: la velocità di recupero.

Di fronte a questa evidenza la mia risposta alla domanda iniziale è la seguente: dipende dalla situazione, dalla profondità a cui si trova il bambino, dalla velocità di arrivo della trivella, dal tipo di roccia che incontra ecc..., ma di massima sarebbe molto difficile salvarlo.

Questo scenario mi è sempre stato chiaro, a cominciare dai giorni successivi a Vermicino, e per 4 decenni ho cercato di immaginare soluzioni, definendone una negli ultimi anni: avere a disposizione un mini robot in grado di scendere nei pozzi stretti, raggiungere il bambino, metterlo in sicurezza, scaldarlo, alimentarlo e – se ci sono le condizioni – estrarlo dal pozzo stesso. In mancanza di condizioni adeguate il piccolo, debitamente assistito, sarebbe comunque in grado di attendere il tempo di scavo del pozzo parallelo con buone possibilità di sopravvivenza all'ipotermia.

Mettere in sicurezza vuol dire innanzitutto impedire al bambino di scivolare ancora più in profondità, collocando un sistema di bloccaggio al di sotto. Subito dopo recuperare in remoto una serie di dati clinici fondamentali per valutarne le condizioni, oltre all'osservazione

diretta tramite telecamera, ed eventualmente somministrare farmaci.

Un altro compito del mini robot, secondario ma strategicamente importante, sarebbe quello di reperire informazioni sul tipo di roccia che caratterizza il pozzo, alle differenti profondità: a Vermicino l'ostacolo determinante nello scavo del pozzo parallelo furono gli strati di durissimo peperino che la trivella non riusciva a perforare.

Se le agenzie spaziali stanno costruendo dei rover in grado di scendere nelle grotte di Marte o della Luna e muoversi al loro interno per esplorarle, non è possibile realizzare un robot miniaturizzato per scendere in un pozzo terrestre? Ovviamente sì, possiamo. Servono però un progetto, la volontà, le risorse, i partner giusti.

Nel 2021, su mia proposta, la Protezione Civile italiana ha creato un gruppo di lavoro su questo tema. Nel frattempo e in modo indipendente due università italiane, quella dell'Aquila e il Politecnico di Torino, hanno iniziato la progettazione concreta di un mini robot, sempre con la mia collaborazione.

Lo strumento sarebbe comandato in remoto da un operatore fuori dal pozzo e guidato mediante realtà immersiva, anche attraverso un esoscheletro.

Questo ha rappresentato per me una grande soddisfazione, anche se ad oggi non posso annunciare un risultato positivo perché mancano le risorse per la realizzazione concreta di un prototipo e soprattutto dei test.

La mia speranza è che si trovi una via, e che ciò avvenga presto. Le idee su cosa serve sono molto chiare, da 40 anni.

Borgio Verezzi, 4 aprile 2025

Tullio Bernabei

Nell'ambito di "Borgiosubterranea 1-5 aprile 2025" VIII incontro regionale di speleologia ligure, Tullio Bernabei ha presentato un documentario sul problema e il progetto, con la partecipazione dei ricercatori del Politecnico di Torino che lavorano sul progetto stesso.