



Mauro Bellei,  
Paolo Bussei

ITIS "L. da Vinci",  
Carpi (MO)

# I "ragazzi di via Peruzzi" ricercatori in Antartide: progetto *acqua* all'ITIS "Vinci" di Carpi (MO)

(Pervenuto il 4.4.2007, approvato il 28.3.2008)

## ABSTRACT

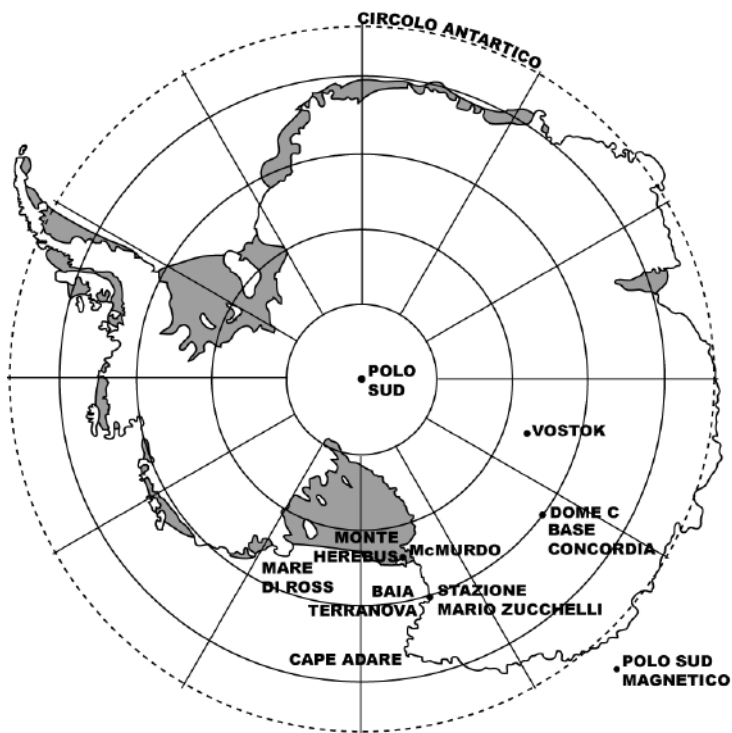
During the school year 2005/2006, within the National project "Adopt a School from the Antarctica" and in collaboration with the ENEA research centre "Laboratori del Brasimone", two classes of 15 year old pupils had the wonderful opportunity to follow a "real" research activity carried out by "real" researchers and to communicate directly with them.

## Introduzione

In queste note vorremmo riportare il caso di un'esperienza didattica maturata come attività di collaborazione tra l'Istituto d'istruzione secondario ITIS "L. da Vinci" di Carpi (MO) e il centro di ricerche ENEA "Laboratori del Brasimone", in località Camugnano (BO), nell'ambito del progetto nazionale "Adotta Una Scuola Dall'Antartide" (AUSDA - <http://www.italiantartide.it/spedizioni/xxiii/educational/>) durante l'anno scolastico 2005/06.

L'esperienza nasce da una consolidata tradizione di scambi culturali e visite di istruzione che il nostro Istituto, da diversi anni a questa parte, intrattiene con il centro di ricerche ENEA "Laboratori del Brasimone".

Durante i contatti per programmare la consueta visita, ci è stato proposto di partecipare ad un progetto che avrebbe coinvolto alcune classi del nostro Istitu-



to e i ricercatori che avrebbero partecipato alla campagna antartica del Piano Nazionale per le Ricerche in Antartide (PNRA) 2005/2006.

Con questo incontro i ricercatori dell'Enea si proponevano i seguenti obiettivi: diffondere presso il mondo della scuola la cultura scientifica antartica, sensibilizzare i ragazzi su alcuni temi di ricerca che vengono sviluppati in Antartide, quali la salvaguardia ambientale, il buco dell'ozono, l'effetto serra, ecc.

Oltre che una novità interessante, il progetto ci parve subito anche come un'attività che ci avrebbe permesso di raggiungere obiettivi didattici difficilmente ottenibili con le tradizionali attività.

Il progetto consisteva di tre parti: la prima denominata AUS (Adotta Una Scuola), la seconda AUSDA (Adotta Una Scuola Dall'Antartide) e la terza, a fine spedizione, la visita presso la sede del nostro Istituto del ricercatore che ha "adottato la nostra scuola" per incontrare gli studenti e per dialogare con loro su come si è svolta la campagna di ricerca in Antartide.

### **1 - Prima fase: Adotta Una Scuola (AUS)**

L'adozione della nostra scuola è avvenuta formalmente il 1 dicembre 2005 a seguito dell'incontro, al centro di ricerca ENEA "Laboratori del Brasimone", dei ricercatori con due classi seconde dell'Istituto.

La giornata ha impegnato gli allievi in una serie di incontri con i ricercatori dell'ENEA, sia al mattino che nel pomeriggio, con seminari e quiz di gruppo.

Studenti e insegnanti hanno così avuto modo di "assaggiare" la morfologia del territorio, le operazioni logistiche, le avversità climatiche, le strategie di adattamento e sopravvivenza, quali l'architettura abitativa e i problemi quotidiani, che devono affrontare il gruppo di persone che partecipa alla campagna di ricerca, sia durante il viaggio che li porta dall'Italia al continente antartico, sia durante il periodo di stazionamento nelle basi antartiche, l'italiana "Mario Zucchelli" e l'italo-francese "Concordia".

A conclusione della giornata di studio è stato consegnato agli insegnanti un test da sottoporre ai ragazzi prima dell'inizio delle attività del successivo progetto AUSDA.

Il test aveva lo scopo di:

- valutare quali conoscenze sono state acquisite dagli studenti partecipanti all'AUS nella giornata di studio;
- fornire o suggerire argomenti di discussione utile alla realizzazione del progetto AUSDA;
- orientare i ragazzi nelle domande da porre al ricercatore referente in Antartide.

Il test, completo di risposte, è riportato in **Appendice A**.

### **2 - Seconda fase: Adotta una Scuola Dall'Antartide (AUSDA)**

Le attività svolte nell'AUSDA si sono orientate nel realizzare e stimolare la comunicazione fra gli allievi dell'Istituto "L. da Vinci" e il ricercatore nostro referente presente in Antartide durante la XXI spedizione 2005-2006, con il supporto degli insegnanti dell'Istituto e del personale ENEA - PNRA con sede al centro di ricerche ENEA "Casaccia" di Roma.

Gli scopi di questa attività sono stati:

- a) integrare i contenuti del curricolo scolastico;
- b) orientare gli studenti a future scelte formative;
- c) coinvolgere direttamente gli studenti in uno scambio di saperi scientifici e tecnologici attraverso l'uso dei servizi on-line (posta elettronica, videoconferenza);
- d) abituarli ad una interazione fra lo studio di conoscenze e le attività pratiche sperimentali.

Da parte della scuola i momenti importanti di questa collaborazione di ricerca scientifica sono stati i seguenti:

- la scelta del tema su cui sviluppare la ricerca;
- la preparazione con gli studenti delle domande da fare al ricercatore in Antartide;
- discussione e riflessione con gli studenti in classe sulle risposte avute;
- la preparazione della video conferenza con la stazione di ricerca in Antartide, nel nostro caso, la Nave Italica.

### **2.1 - Argomento della ricerca**

Come prima azione, i ragazzi hanno dovuto scegliere uno tra i vari possibili temi di ricerca proposti; la nostra opzione è ricaduta su **“Fisica, oceanografia ed ecologia marina”**.

A seguito di questa scelta, il personale addetto alle relazioni con le scuole dell'ENEA “Casaccia” di Roma ci ha messo in contatto con il dott. Roberto Meloni del centro ricerche ENEA “Ambiente Marino” di S.Teresa Pozzuolo di Lerici (La Spezia), capo spedizione della Nave Italica, che è diventato così nostro ricercatore referente.

### **2.2 - Preparazione del questionario da inviare in Antartide**

Questa è stata la fase più impegnativa per i ragazzi e per gli insegnanti, ma anche quella più coinvolgente e stimolante.

Le domande da porre al ricercatore referente, attraverso e-mail, sono state sviluppate durante l'orario curricolare di fisica, biologia e scienze, con un incontro settimanale in cui veniva studiato il materiale fornitoci dal centro ricerche ENEA “Casaccia”, visitando i siti dell'ENEA dedicati alle spedizioni Antartiche e riflettendo sulle informazioni raccolte durante il progetto AUS presso i “Laboratori del Brasimone”.

Visti i tempi piuttosto stretti (la nave Italica salpò da Ravenna il giorno 23 novembre 2005 per arrivare in Antartide il giorno 6 gennaio 2006 e fare rientro in Italia il 3 aprile 2006) e la modalità di comunicazione asincrona, suscettibile di slittamenti per problemi tecnici o impegni curricolari, le domande venivano di volta in volta pensate e preparate dagli studenti, riviste dagli insegnanti in aula, e poi spedite dai due rappresentanti di classe per il progetto, anche in orario extracurricolare.

L'insieme completo delle domande poste dai ragazzi delle due classi è riportato in **Appendice B**.

### **2.3 - Discussione e riflessione con gli studenti in classe sulle risposte**

A gennaio 2006 ci sono giunte le prime risposte alle nostre domande dal referente in Antartide. Il contenuto, analizzato durante le ore di lezione, ci è stato reso di facile comprensione grazie alla notevole abilità del ricercatore a dialogare con insegnanti e studenti delle scuole secondarie.

La prima analisi delle risposte è stata orientata sui contenuti riguardanti l'adattamento fisico, psicologico e delle normali abitudini quotidiane del personale, alle condizioni proibitive presenti nell'ambiente antartico.

Abbiamo constatato che le temperature ambientali, l'umidità, le precipitazioni hanno, in Antartide, cicli molto diversi da quelli cui siamo abituati nel nostro ambiente. Devono essere modificate radicalmente le abitudini di vita quotidiana, si deve fare un uso diverso delle strutture abitative, tutto al fine di poter raggiungere un equilibrio tra il vivere e l'ambiente circostante.

L'analisi successiva ha riguardato le risposte sullo svolgimento della missione, sul viaggio di andata in Antartide, su come muoversi nel continente antartico e come scegliere i luoghi di riferimento per orientarsi in una terra così inospitale. L'obiettivo era quello di educare gli allievi alla geografia fisica e politica del nostro pianeta.

Le ultime risposte ricevute ci hanno impegnato a conoscere l'importanza, l'utilità delle ricerche condotte in Antartide, conoscere gli strumenti utilizzati e fare qualche valutazione sui dati raccolti.

Gli obiettivi formativi sono stati indirizzati principalmente all'approfondimento del metodo analitico e deduttivo, alla disponibilità al confronto, alla suddivisione responsabile dei ruoli e al rispetto delle scadenze. Partecipando al progetto, infatti, gli studenti hanno avuto la possibilità di fare esperienza diretta delle caratteristiche insite in ogni ricerca scientifica: attenzione alla realtà, pazienza e tenacia rispetto alle difficoltà e disciplina metodologica. Questi aspetti, inevitabilmente, non sono messi in risalto nei manuali scolastici e nelle ore dedicate al laboratorio.

**3 - Terza fase:  
incontro presso  
l'ITIS "Vinci" tra  
studenti e due  
dei ricercatori  
partecipanti alla  
XXI spedizione  
in Antartide**

Ad aprile 2006 abbiamo avuto il piacere di ospitare presso il nostro Istituto "L. da Vinci" due dei ricercatori che hanno partecipato alla XXI spedizione italiana in Antartide. I ricercatori erano il dott. Roberto Meloni, capo spedizione della nave Italica, responsabile del settore scientifico per le rilevazioni oceanografiche e referente per il nostro Istituto per il progetto AUSDA, e il dott. Carlo Malagoli capo del personale logistico alla stazione italo - francese "Concordia" situata sul promontorio di *Dome C*.

Durante l'incontro i due relatori hanno presentato gli aspetti principali della XXI spedizione italiana in Antartide: da quando si parte a quando si ritorna.

Il dott. Meloni, in particolare, ha parlato dei problemi logistici relativi alla spedizione sulla nave Italica e delle attività di ricerca scientifica oceanografica; il dott. Malagoli, invece, ci ha descritto l'aspetto logistico all'interno della base "Concordia" e le attività scientifiche svolte.

Gli aspetti scientifici discussi dai due ricercatori riguardavano i seguenti argomenti:

- come le correnti oceanografiche del mare antartico condizionano il clima del pianeta;
- l'evoluzione nel tempo dell'atmosfera del nostro pianeta studiando il ghiaccio nelle profondità dell'Antartide.

In entrambe le relazioni, importanti sono stati i richiami alle caratteristiche fisiche dell'acqua del mare antartico: le variazioni della densità, le velocità delle correnti marine, la conducibilità elettrica, la periodicità dei moti delle correnti marine che ruotano intorno al continente antartico, le datazioni con il metodo del radiocarbonio 14 del ghiaccio estratto con i carotaggi nella base Dome C. Interessante è stato venire a conoscenza di come le variazioni delle caratteristiche fisiche dell'acqua in Antartide sono causa di fenomeni macroscopici a livello planetario: modificazioni delle correnti oceaniche, variazioni di temperatura all'equatore, insorgenza degli uragani.

### **3.1 - Commento di una studentessa**

Ci sembra interessante riportare il pensiero della studentessa Daniela Russo che ha partecipato al progetto AUSDA.

*Ben strutturata e piacevole è stata la parte pomeridiana del seminario ai laboratori ENEA del Brasimone (BO) dedicato all'Antartide. È stato interessante il vedere e parla-*

*re di argomenti scientifici che non si conoscevano. Il fatto che la relazione riguardante l'Antartide sia stata presentata da uno del personale logistico, che ha partecipato a più spedizioni, si è dimostrata una spiegazione chiara e interessante. Con un po' più di tempo a disposizione noi ragazzi avremmo potuto soddisfare alcune delle nostre curiosità e approfondire i contenuti scientifici delle attività svolte dai ricercatori partecipanti alla spedizione. L'utilizzo di molte immagini e relativo commento è stata una "mossa vincente" per attirare l'attenzione di noi studenti.*

*Noi ragazzi abbiamo seguito con attenzione, ciò è stato dimostrato alla fine dalle numerose domande da parte nostra sugli argomenti presentati nella relazione sull'Antartide.*

*Un'ultima cosa che mi è piaciuta di questa esperienza è stato il poter interagire via e-mail con chi era in quella parte del mondo. È stato bello porre a loro i nostri quesiti e ricevere delle risposte esaurienti. L'unica cosa che mi è dispiaciuta è di non aver potuto effettuare con loro la video conferenza che era stata programmata, ma che poi non ha funzionato bene per motivi tecnici. Un consiglio che darei poi ai ricercatori che ci hanno gentilmente risposto è quello di allegare anche delle foto, come ad esempio una cartina geografica visto che essi nominano spesso nomi di basi o di monti... ma dove si trovano?*

#### **4 - Conclusioni**

Per concludere, questo elaborato altro non è che il racconto delle varie fasi di sviluppo del progetto AUSDA, realizzato in collaborazione con l'ENEA, che ha permesso a circa 40 alunni del biennio dell'ITIS di venire a contatto con una vera e propria ricerca scientifica, coordinata da ricercatori dell'ENEA.

L'obiettivo principale di questa attività è stato portare a conoscenza di studenti del biennio di scuola superiore tematiche attuali, ad alto contenuto scientifico e culturale.

Per noi insegnanti – che abbiamo avuto modo di seguirli con affetto e soddisfazione – la disponibilità, l'impegno e il coinvolgimento di questi ragazzi sono stati sicuramente il più bel riconoscimento per tutto il lavoro fatto e per lo sforzo sostenuto; per la scuola e per gli enti di ricerca dovrebbe servire da stimolo per cercare di migliorare sempre più questi preziosi e necessari rapporti.

#### **Ringraziamenti**

Le persone che hanno permesso di realizzare il progetto AUSDA-ITIS "L. da Vinci" e PNRA sono state: gli studenti delle classi 2F e 2E, i loro insegnanti di fisica come coordinatori delle varie fasi in cui si è articolato il progetto, l'insegnante di sistemi Daniele Calanca responsabile della gestione del collegamento on line "Carpi (MO) - Nave Italica in Antartide", il dott. Meloni, e tutto il personale della segreteria e i tecnici del centro ricerche ENEA "Casaccia" (RM).

**Appendice A Test livello avanzato (Istituto superiore). In grassetto le risposte corrette.**

1.	Qual è lo spessore medio della calotta di ghiaccio?	200 metri
		<b>2.300 metri</b>
		1.500 metri
2.	Qual è il volume totale del ghiaccio della calotta?	<b>30 milioni di miliardi di metri cubi</b>
		30 miliardi di metri cubi
		3 miliardi di metri cubi
3.	Se la calotta glaciale antartica fondesse completamente, di quanto salirebbe il livello del mare?	<b>Di 65 metri</b>
		Di 10 metri
		Di 26 metri
4.	Quale di questi animali vive in Antartide?	Rettili a sangue freddo
		<b>Un insetto microscopico (collembolo)</b>
		L'orso bianco
5.	La precipitazione media annua in Antartide equivale a quella:	dell'Australia
		<b>del Sahara</b>
		dell'Indonesia
6.	Cos'è il Trattato Antartico?	Un libro sull'Antartide
		<b>Un accordo internazionale per la conservazione del Continente a favore dell'umanità</b>
		Un accordo tra vari paesi sulla spartizione e lo sfruttamento
7.	Cos'è il vento catabatico?	<b>Un vento gelido che scende dall'entroterra verso il mare</b>
		Un vento temperato che scioglie il ghiaccio
		Un vento che produce un suono particolare
8.	Nella fase di atterraggio con ruote su ghiaccio come fa un C-130 per frenare?	Con l'ABS
		Con il paracadute
		<b>Invertendo il passo delle eliche</b>
9.	Partendo dal Polo Geografico Sud e muovendosi in linea retta, in quale unica direzione si può andare?	Verso Est
		<b>Verso Nord</b>
		Verso Sud
10.	L'Antartide è stata raggiunta dall'uomo nel 1895. Con quale mezzo?	Nave a vela
		<b>Nave a vela e vapore</b>
		Pallone aerostatico
11.	Quale popolo ha coniato il termine Antartide?	Il russo
		<b>Gli antichi greci</b>
		L'australiano

12.	Qual è il prodotto di maggiore valore "esportato" attualmente dall'Antartide?	Il turismo
		<b>La ricerca scientifica</b>
		I documentari
13.	Qual è la marca della prima automobile portata in Antartide?	Ford
		<b>Arrol Johnston</b>
		Tucker
14.	Dove si trova il Polo Sud magnetico?	A circa 127 km dal Polo geografico
		Nei pressi del Polo geografico
		<b>Si sposta nel tempo e attualmente si trova a circa 2.500 km dal Polo geografico</b>
15.	Cosa si intende con il termine anglosassone "white-out"?	Mancanza di comunicazioni radio
		Calma di vento
		<b>Fitta nebbia formata da cristalli di ghiaccio</b>

#### **Appendice B** "I RAGAZZI DI VIA PERUZZI" appartenenti alla classe 2E e 2F chiedono.

##### **1 - Qual è la temperatura in Antartide in questi giorni (gennaio)?**

Nelle belle giornate senza vento leggermente sotto lo zero. Nelle brutte giornate anche  $-15^{\circ}\text{C}$

##### **2 - Come procede la spedizione?**

Bene, per ora. Abbiamo avuto difficoltà iniziali perché il pack davanti alla Stazione "Mario Zucchelli" era completamente fuso e abbiamo dovuto effettuare lo scarico dei materiali con un pontone. Poi le cose si sono messe bene e abbiamo recuperato il tempo perduto. Abbiamo anche raggiunto il punto più meridionale mai raggiunto da una nave italiana.

##### **3 - Avete incontrato delle difficoltà o ostacoli durante la navigazione?**

Durante la traversata dalla Nuova Zelanda all'Antartide una fastidiosissima onda al traverso ci ha accompagnati fino alla prima cintura di ghiacci che si estende da Cape Adare a Cape Colbeck. Molte persone hanno sofferto il mal di mare; alcune in modo serio. Trovato un varco nella cintura con l'ausilio delle mappe del ghiaccio inviate dalla stazione "Mario Zucchelli", si raggiungeva il Mare di Ross e, finalmente il mare abbastanza calmo. Il Mare di Ross è, quest'anno, completamente libero dai ghiacci; questo ci permette di spostarci velocemente ma ci espone al mare grosso.

##### **4 - Come svolgete le vostre giornate? Cosa mangiate?**

Il tipo di lavoro, le condizioni al contorno, l'organizzazione stessa del lavoro variano da posto a posto. Inoltre, nelle basi permanenti la tipologia di lavoro varia fra estate e inverno. L'organizzazione del lavoro dipende anche dal tipo di ricerca che viene svolta. Si può lavorare in turni in modo che gli strumenti lavorino 24 ore su 24 o programmare gli esperimenti nell'arco della giornata. Bisogna anche pensare che in estate c'è luce tutto il giorno e in inverno è sempre buio.

La base permanente Concordia si trova sul Dome C. È frutto di una collaborazione italo - francese. La vita in questa base è profondamente diversa da quella della base costiera di Baia Terra Nova intitolata a "Mario Zucchelli" (MZS) sia per le temperature particolarmente rigide ( $-30$ ,  $-40^{\circ}\text{C}$  durante l'estate australe e an-

che  $-80^{\circ}\text{C}$  durante l'inverno) che per il luogo estremamente uniforme. La base di MZS è abitata solo in estate in condizioni ambientali più che accettabili (temperatura non troppo sotto allo zero se non ci sono venti catabatici), panorama molto più vario e una popolazione più numerosa.

Le condizioni di vita di una base permanente si distinguono nettamente fra l'estate e l'inverno. In estate una base come quella americana di Mc Murdo conta più di 2000 persone con una vita lavorativa e sociale molto simile a quella di una piccola cittadina. Durante l'inverno la popolazione viene drasticamente diminuita, 300-400 persone che raramente mettono il naso fuori dalla base e che sanno che non ci saranno mezzi per andare via fino all'estate successiva. Se a questo si aggiunge che una base come la nostra "Concordia" ospita solo una ventina di persone, il senso d'isolamento è decisamente più pesante.

Per chi, come noi, svolge campagne oceanografiche in mare soprattutto nell'Oceano Meridionale, fuori del ridosso dei ghiacci, si possono verificare condizioni quasi proibitive. Ci sono poi i campi lontani dalla base (campi remoti) dove si dorme in tenda e le "traverse", convogli di "slittoni" trainati da bulldozer che partono dalle basi costiere e sono caricati di quanto necessita alle basi interne. Nei campi remoti e nelle traverse ci si deve molto adattare.

Sulle navi e nelle basi si mangia bene, direi molto bene. Sono presenti gli stessi alimenti che consumiamo giornalmente a casa nostra. Personale di cucina straordinario prepara ottimi pranzi. Al sabato sera pizza! La conservazione avviene come da noi in celle frigorifere. È curioso, che si debba tenere un frigo che "scalda" per evitare che certi cibi vadano al di sotto di  $+4^{\circ}\text{C}$ .

Una volta espletati i propri incarichi giornalieri e impostato il lavoro per il giorno seguente durante riunioni *ad hoc*, si può leggere, vedere film registrati, giocare a carte o a ping-pong o al calcetto (bigliardino); ci sono anche palestre per fare un po' di esercizio fisico (per chi, durante la giornata è un po' troppo sedentario).

Il comportamento umano in Antartide è quello di tante comunità piccole costrette a vivere in spazi limitati con l'aggravante di essere lontane dal resto del mondo e con la consapevolezza di non avere facile rientro al di fuori delle date programmate. Le persone che decidono di venire in Antartide devono essere sane di corpo e di mente e devono essere veramente motivate; con queste premesse il lavoro e la vita qui sono affascinanti, i rapporti che si stabiliscono fra le persone vanno ben oltre i semplici rapporti professionali e di amicizia. Il sentirsi "antartici" non è un'etichetta o il senso di appartenenza ad un club esclusivo, è piuttosto un legame profondo pieno di ricordi di cose viste e fatte assieme, di chiacchierate sul senso della vita, sugli affetti lasciati a casa, di tante emozioni vissute assieme che cementa amicizie che difficilmente si instaurano nei posti "normali".

Sono particolarmente studiate le conseguenze fisiologiche e psicologiche e le loro interazioni a seguito di un prolungato periodo di permanenza in un ambiente così ostile. Sembra, ad esempio, che l'isolamento comprometta il sistema immunitario. Normalmente, per periodi di permanenza non troppo lunghi, in basi o in navi, dotate di un buon livello di comfort, adeguatamente vestiti e ben nutriti, non ci sono grossi problemi.

### 5 - Vi è mai capitato di rimanere per più giorni senza rifornimenti? Come avete superato questo problema?

In nave e nelle basi non è mai capitato. È invece capitato che in campi remoti persone abbiano dovuto prolungare la loro permanenza perché le avverse condizioni del tempo non hanno permesso il loro recupero. Normalmente si porta via molto più del necessario ma se il ritardo si prolunga troppo (ed è capitato) si di-

magrisce un po'. Fortunatamente non manca la materia prima per procurarsi l'acqua da bere.

#### **6 - Dove vanno a finire i rifiuti organici?**

I rifiuti di cibo finiscono in compattatori e poi messi in container e riportati in Italia. Gli scarichi vengono trattati in depuratori, l'acqua scaricata in mare e i fanghi essiccati; anche questi vengono poi messi in container e riportati in Italia.

#### **7 - Quanto è il tasso di inquinamento presente in Antartide? In particolare qual è l'inquinamento dell'acqua?**

Qui si studiano 2 tipi di inquinamento: quello indotto dai visitatori dell'Antartide e quello che dalle zone abitate del pianeta giunge fino a qui trasportato dai venti in quota. Per quanto riguarda il primo, il trattato antartico è rigidissimo con le norme antinquinamento; se a ciò si aggiunge che su un territorio grande una volta e mezzo l'Europa ci saranno meno di 5000 persone, si capisce come il problema non esista. Con il secondo arrivano in Antartide un po' tutti gli inquinanti gassosi prodotti dalle zone antropizzate ma, per fortuna, solo in tracce, rilevabili solo con sofisticate apparecchiature scientifiche.

#### **8 - Il vero confine dell'Antartide non è il litorale del continente stesso, ma la cosiddetta "convergenza antartica". Come mai questa scelta? Per quanti km si estende? È ricoperta solo da ghiacci?**

La convergenza antartica è la linea di confine fra l'oceano meridionale "caldo e salato" e l'oceano antartico "freddo e più dolce"; è sede di una corrente (corrente circumpolare antartica AACC) che ruota attorno all'Antartide circa al 60° parallelo con una portata di 140 milioni di metri cubi al secondo e una velocità di circa 6 cm al secondo. Di fatto questa corrente "isola" il complesso "Antartide" (mare e terra) dal resto del mondo. Da un punto di vista climatico scambia con il resto degli oceani "freddo e sale". Da un punto di vista biologico ha permesso lo sviluppo di specie particolarmente adattate al clima rigido di questa parte del pianeta. Tipico esempio è il così detto "ice fish" che è privo di emoglobina, sostituita da un'altra proteina che è in grado di trasportare ossigeno ma è, al tempo stesso, antigelo. Il continente antartico si estende su una superficie di 15 milioni di chilometri quadrati; nell'inverno australe raddoppia la sua superficie per effetto del pack (ghiaccio marino che ricopre la superficie del mare con uno spessore di 2-3 metri) che fonde quasi completamente in estate.

#### **9 - In Antartide sono presenti due vulcani attivi. A quando risale l'ultima eruzione? Che effetti provoca la lava sull'ambiente circostante?**

L'Antartide è diviso in due parti da una catena montuosa detta "transantarctic mountains". La parte a Sud dell'Australia, dell'India e del Sud Africa è l'Antartide orientale, l'altra, a Sud dell'America Meridionale è l'Antartide Occidentale. I vulcani sono tutti concentrati nell'Antartide occidentale o vicinissimi al confine: Isola Penguin, Isola Deception, Monte Simple, Monte Hampton, Monte Berlin, Monte Herebus, Monte Melbourne (di fronte alla base di Baia Terra Nova) e alle isole Balleny (a Sud della Nuova Zelanda). Di questi, che io sappia, veramente attivo è l'Herebus. Il Melbourne ha eruttato l'ultima volta circa 120 anni fa; ora ha molte fumarole lungo il pendio che costruiscono curiose statue di ghiaccio che poi si spezzano e cadono a valle. A parte il fatto di fondere parecchio ghiaccio, penso abbia gli stessi effetti delle eruzioni in tutto il resto del mondo.

#### **10 - Di che tipo sono le precipitazioni; cioè sono più frequenti quelli di neve o di pioggia? Con quale frequenza si presentano?**

In Antartide attualmente le precipitazioni sono solo nevose. Nevica abbastanza poco, circa 20-30 cm di neve all'anno. Dall'analisi delle carote di ghiaccio estratte dalla stazione di Vostok è stato possibile stabilire quale è stata la temperatura

del pianeta e quindi il suo possibile clima negli ultimi 450 mila anni. Un'altra carota, estratta a Dome C nella stazione scientifica "Concordia" dove lo spessore del ghiaccio è maggiore che a Vostok, ha permesso di risalire fino a circa 800 mila anni fa. Ogni 93.000 anni, per un fatto puramente astronomico, si passa da un periodo glaciale ad uno interglaciale; ora ci troviamo vicino alla parte più calda dell'ultimo periodo interglaciale e la tendenza è ancora al riscaldamento. Se questa tendenza sarà confermata nei prossimi anni (qui c'entra in parte anche l'attività umana) pioverà anche in Antartide come naturale conseguenza di mutate condizioni climatiche. C'è poi una zona dell'Antartide a nord-ovest dell'isola di Ross chiamata "Dry Valleys" dove non ci sono mai precipitazioni.

### 11 - Qual è la concentrazione di sale nell'acqua in Antartide?

La salinità dell'acqua di mare varia con la latitudine e con la profondità; ci sono poi casi particolari come il Mediterraneo dove la salinità è più alta perché l'evaporazione supera l'apporto dei fiumi e delle piogge. Verso l'equatore si ha una salinità superficiale di circa 36 g/l (36 kg/m<sup>3</sup>) di acqua (valori medi); questa concentrazione scende a 34 g/l vicino alle coste antartiche. Sul fondo la salinità è più omogenea e vale circa 34,7 g/l. In zone particolari dell'Antartide chiamate *polynye*, per effetto del vento "catabatico" che è un vento freddissimo e secco che spirava dall'interno del continente, l'acqua in superficie diventa più fredda (sotto -1°C) e più salata (più di 34,8 g/l). Questa acqua scende fino negli abissi oceanici dando forza a tutte le correnti marine.

### 12 - Qual è il tasso di umidità in Antartide? L'arcobaleno si verifica in Antartide? Se si verifica come è?

In Antartide il contenuto di vapore acqueo è molto scarso; l'umidità è, a volte, inferiore al 30% in costa, all'interno anche meno e, tenendo conto della temperatura e della pressione (diminuisce con l'altezza ed è inferiore ai poli che all'equatore) può arrivare al 4% (in Italia i valori normali sono attorno all'85%). Per questo è difficile vedere arcobaleni. In Antartide, nell'inverno australe e anche in estate ma sul mare a latitudini inferiori al circolo polare antartico, si possono ammirare fantastiche aurore australi.

### 13 - Le caratteristiche fisiche (densità, calori specifici, conducibilità elettrica, proprietà magnetiche) dell'acqua subiscono modificazioni particolari in Antartide?

Salinità: si ricava misurando la conducibilità, la temperatura e la pressione. Quindi è una misura indiretta. Gli strumenti che abbiamo misurano proprio T, C e P. La salinità varia come detto al punto 11. La temperatura superficiale (valori medi) è di circa 16°C all'equatore e 0°C lungo le coste dell'Antartide. Poi ci sono le acque supersalate e superfredde (punto 11); sul fondo la temperatura è quasi ovunque leggermente sopra lo zero.

### 14 - Cosa studierete in questa spedizione? Sull'acqua cosa ci potete dire?

Quest'anno (2005), anno dedicato alla fisica, studieremo quei complessi fenomeni che presiedono alla formazione delle acque dense nelle *polynye*, seguiremo il loro sprofondamento e il loro percorso sulla piattaforma continentale ed il loro inabissamento nelle fosse oceaniche. Gli strumenti di misura sono: una sonda (CTD) che misura conducibilità, temperatura ed altri parametri come la clorofilla in funzione della profondità e i cosiddetti *mooring*, strutture fisse lasciate in mare da un anno all'altro che misurano la velocità e la direzione, l'andamento della temperatura e della conducibilità delle correnti marine.

### 15 - Visto la presenza del buco dell'ozono, come si comporteranno i ghiacci di fronte ad un eventuale riscaldamento climatico provocato da un acuirsi

### **dell'effetto serra? Quali saranno gli effetti di un aumento della temperatura sul livello del mare?**

Il buco dell'ozono non ha nessun effetto climatico, ma l'ozono è importante perché rappresenta un filtro contro le radiazioni dannose del Sole sul nostro corpo. Altra è la variazione dell'effetto serra; ancora tutto da quantificare, ma esistente. Una delle conseguenze che si potranno avere se l'effetto serra continuerà ad aumentare sarà la fusione di tutto il ghiaccio esistente sulla Terra e in particolare della più grande riserva di ghiaccio che è in Antartide (circa il 90% di tutto il ghiaccio del pianeta). Se tutto il ghiaccio dovesse fondere il livello del mare si alzerebbe di circa 70 m.

### **16 - Di quali studi vi occupate? Ho letto che vi occupate dei fenomeni atmosferici e del magnetismo. In particolare di cosa tratta il magnetismo? A quali "scoperte" o "conclusioni" siete arrivati?**

Ci occupiamo di tutte le discipline scientifiche in terra e sul ghiaccio, in mare, in atmosfera e nello spazio, il tutto da un punto di vista fisico, chimico e biologico. Tralasciamo terra, ghiaccio e mare e proviamo a rispondere solo alla vostra domanda. Atmosfera: tutti gli studi di meteorologia, composizione chimica e più su sulla fascia dell'ozono vengono affrontati anche in collaborazione con colleghi stranieri e anche in basi straniere. La meteorologia, così ben sviluppata nel mondo abitato, ha bisogno qui di grandi approfondimenti. Ancora più su l'astronomia. L'Antartide è un luogo privilegiato per le osservazioni astronomiche di ogni tipo: in molte bande di lunghezza d'onda e anche nel visibile. Infatti l'atmosfera antartica è particolarmente "trasparente"; bassa umidità, quasi totale assenza di pulviscolo atmosferico, atmosfera meno spessa e più rarefatta. Essere vicini al Polo comporta di potere "osservare" porzioni della volta celeste senza la limitazione giorno-notte e con piccoli movimenti apparenti della volta celeste. Fra le osservazioni delle radiazioni che investono la Terra particolare attenzione è posta anche nello studio dei raggi cosmici sia in quota che al suolo. Ai poli c'è anche la particolarità che le particelle elementari molto energetiche che costituiscono i raggi cosmici, deflesse dal campo magnetico terrestre, possono essere osservate meglio che da qualsiasi altra zona della Terra. Il campo magnetico terrestre è quello che ci difende dalle radiazioni di particelle cariche dal Sole e ci impedisce di "arrostire"; provoca anche fenomeni fantastici come le aurore boreali o australi.

Importante in Antartide è la configurazione fisica del campo magnetico e la sua implicazione nell'uso di bussole magnetiche. Il polo magnetico è, infatti, spostato di circa 2000 km dal polo geografico. Questo fa sì che ci siano, per esempio, delle declinazioni magnetiche (spostamenti dell'ago magnetico delle bussole dal nord geografico) fino a 180 gradi nel mare di Ross con variazioni di 10' all'anno. Ottimi risultati si sono raggiunti nella comprensione del "buco dell'ozono", ma grandi risultati di conoscenze si stanno ottenendo nel campo dell'astronomia.

### **17 - Le ricerche cosmologiche sulla base di quali reperti vengono effettuate? E di cosa si occupano queste ricerche?**

L'atmosfera rarefatta, la quasi totale assenza di pulviscolo e il basso tasso di umidità fanno sì che dal plateau antartico (Dome C è nella migliore posizione) sia possibile compiere osservazioni nel campo delle lunghezze d'onda millimetriche e sub-millimetriche come se si fosse su una piattaforma spaziale. Dagli osservatori antartici è possibile costruire mappe del cielo con alta risoluzione spaziale, elevata sensibilità e grande copertura. Da queste osservazioni è possibile ricavare il valore della densità dell'Universo, il rapporto fra materia emettente radiazione elettromagnetica e quella scura, quale è stata la sua origine (Big Bang) e quale sarà il suo destino. Ricercatori italiani hanno realizzato, a questo scopo, telescopi e

strumenti ad alta sensibilità sia per osservazioni al suolo che adatti a volare fino a 40 km di altezza su palloni stratosferici.

### 18 - Cosa ha portato all'origine del buco dell'ozono? È vero che si sta "richiudendo"?

Il così detto buco dell'ozono non è un vero buco. Per effetto della rotazione della terra e quindi per effetto della forza centrifuga, maggiore all'equatore che ai poli, l'atmosfera è più spessa all'equatore che ai poli; quindi anche lo spessore dell'ozono è superiore all'equatore che ai poli. Per cause naturali, legate in gran parte all'attività solare questo spessore varia nel tempo abbastanza ciclicamente; poi l'uomo con le sue attività (liberazione in atmosfera di gas "freon" che distruggono le molecole di ozono) ha contribuito ad assottigliarlo. Sarebbe quindi più indicato parlare di assottigliamento che non di buco. Da quando non vengono più usati i "freon" (bombolette spray, gas per i frigoriferi, ecc) il "buco dell'ozono" sta ritornando a valori "normali".

### 19 - Perché l'acqua del mare è salata mentre quella dei ghiacci è dolce?

Per un processo fisico, quando l'acqua di mare ghiaccia per formare il pack espelle quasi totalmente i cristalli di sale; per questo è molto meno salata dell'acqua di mare ma non è dolce. Il ghiaccio di acqua dolce è quello che viene da terra che, a sua volta, è frutto della compattazione della neve precipitata.

## SOS ANTARTIDE

Non si parla delle condizioni climatiche del Polo Sud ma di quelle della ricerca italiana nel sesto continente. Che dopo 23 anni rischia di rimanere al palo per mancanza di fondi.

Il rischio è quello di buttare 500 milioni di euro. È questa la somma che l'Italia ha investito nelle sue ricerche in Antartide dal 1985 a oggi, quando è stato avviato il *Programma Nazionale Ricerche in Antartide* (Pnra). A oggi, infatti, non sono stati stanziati ancora i fondi per il prossimo anno (già nel biennio 2007-2008 la quota era stata ridotta da circa 30 milioni a 13 milioni di euro) e il tempo sta per scadere visto che se non arriveranno soldi entro la fine di giugno la Pnra Scrl, la società composta da *Enea, Cnr, Ingv e Ogs* (i quattro enti di ricerca che partecipano alle ricerche in Antartide), si potrà sciogliere come recita il suo statuto. Una figuraccia per il nostro paese, tanto più che coinvolti ci sono anche enti di ricerca stranieri che fanno affidamento sui nostri scienziati e tecnici. "A causa della mancanza di pianificazione pluriennale e di finanziamenti adeguati, l'Italia sta perdendo quel ruolo di primo piano che aveva faticosamente raggiunto nella comunità scientifica internazionale", dice Massimo Frezzotti dell'Enea. "Siamo praticamente assenti dalle prossime sfide della ricerca delle perforazioni in ghiaccio. Competenze scientifiche di eccellenza, prima non esistenti, saranno perse e non facilmente rinnovabili: un patrimonio di conoscenze, di giovani ricercatori e infrastrutture faticosamente costruito nell'arco di 20 anni rischia di andare definitivamente perduto". Eppure i risultati non sono mai mancati. Lo scorso 24 dicembre, per esempio, si è conclusa a 1.620 metri di profondità la perforazione profonda nel ghiaccio del progetto internazionale Taldice. Cominciato nel 2005, a Talos Dome (2.315 metri di altitudine, a circa 300 chilometri dalla costa), il carotaggio è stato condotto da un'équipe di dieci persone (sei di nazionalità italiana, tre francese e una tedesca), con l'obiettivo di raccogliere campioni di calotta che forniranno informazioni cruciali nella definizione di modelli previsionali delle variazioni climatiche e del livello marino. Si è trattato di un sistema di grande complessità e nel quale l'essere umano si è inserito modificando le condizioni naturali. Le analisi del ghiaccio – una registrazione dettagliata e continua delle mutazioni ambientali a partire dall'ultima glaciazione – consentiranno ora di capire l'impatto esercitato dai gas serra e dalle polveri, in particolare in relazione a fattori quali la quantità e distribuzione dell'energia solare, le modificazioni nella circolazione atmosferica e oceanica, le variazioni di riflettività della superficie terrestre, l'attività vulcanica e così via. L'età del ghiaccio raggiunto da Taldice è stimata intorno ai 220.000 anni e sono solo quattro le operazioni che, in passato, hanno ottenuto risultati simili. Oltre all'Italia, paese leader che ha guidato il progetto, a Taldice hanno partecipato Francia, Germania, Regno Unito e Svizzera (a rappresentare il nostro paese sono stati scienziati dell'Enea e delle Università di Milano-Bicocca, Firenze, Venezia, Trieste e Parma). Ma malgrado questi buoni risultati sono molte le preoccupazioni per il futuro. (l.s.)



<http://www.galileonet.it/news/10136/sos-antartide> - 5 giugno 2008