Formazione interdisciplinare e importanza dei dati scientifici pregressi : esempi dalla Val Piora

Autor(en): **Peduzzi, Sandro / Peduzzi, Raffaele**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bollettino della Società ticinese di scienze naturali**

Band (Jahr): **110 (2022)**

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-1002961

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Formazione interdisciplinare e importanza dei dati scientifici pregressi: esempi dalla Val Piora

Sandro Peduzzi[1,2*] **e Raffaele Peduzzi**[1]

[1] **Fondazione Centro Biologia Alpina, Piora, Via Mirasole 22A, 6500 Bellinzona, Svizzera**
[2] **Dép. F.-A. Forel des sciences de l'environnement et de l'eau, Université de Genève, 1211 Genève 4, Svizzera**

* ***sandro.peduzzi@unige.ch***

Riassunto: Negli ultimi 30 anni l'insegnamento interdisciplinare si è imposto nella formazione delle scienze ambientali. Abbiamo evidenziato l'utilizzo e l'adeguatezza di una regione, quella di Piora – San Gottardo come ecosistema per degli approcci trasversali allo studio degli ambienti naturali e l'importanza dell'infrastruttura del CBA come punto d'appoggio necessario a queste indagini. In particolare ritracciamo l'evoluzione della formazione in scienze ambientali da *Cours intégré* a *Maîtrise universitaire en sciences de l'environnement*. Illustriamo anche l'utilizzazione pratica dei dati pregressi prendendo come esempio la progressione delle conoscenze del crioplancton e in particolare delle alghe del genere *Chlamydomonas*. Il fenomeno della neve rossa è descritto partendo dalla prima segnalazione sul San Gottardo nel 1850 fino alla tesi di dottorato del 2007 Piora-Davos.

Parole chiave: *Chlamydomonas nivalis*, crioplancton, Master in scienze ambientali, Piora – San Gottardo

Interdisciplinary education and significance of past scientific data: examples from Val Piora

Abstract: Over the past 30 years, interdisciplinary teaching has established itself in environmental sciences education. We have highlighted the use and suitability of the Piora - San Gottardo region as an ecosystem for transversal approaches to the study of natural environments and the importance of the CBA infrastructure as a necessary support for these investigations. In particular, we describe the evolution of environmental science training from the *Cours intégré* to the *Maîtrise universitaire en sciences de l'environnement*. We also illustrate the practical use of past data and approaches by taking as an example the progression of knowledge of cryoplankton and in particular of the algae of the genus *Chlamydomonas*. The red snow phenomenon is described from the first report on the Gotthard in 1850 to the Piora-Davos doctoral thesis in 2007.

Keywords: *Chlamydomonas nivalis,* cryoplancton, Master in environmental sciences, Piora – San Gottardo

INTRODUZIONE

La Val Piora assieme alle valli limitrofe costituisce uno tra gli ecosistemi più importanti del Canton Ticino. Sovente illustrando le indagini scientifiche condotte attualmente presso il Centro Biologia Alpina (CBA) abbiamo sottolineato l'importanza di disporre di dati scientifici pregressi che permettono un'interpretazione evolutiva dei risultati odierni. Infatti, avere a disposizione numerosi dati storici affidabili permette di percepire l'importanza della dimensione temporale nell'evoluzione e nell'interpretazione del funzionamento degli ecosistemi che possiamo osservare oggigiorno. Prendendo in considerazione l'esperienza maturata al CBA nei diversi comparti ambientali e nelle diverse discipline scientifiche, ne illustriamo l'utilizzo per la formazione interdisciplinare soprattutto a livello di insegnamento universitario.

L'interdisciplinarità dei lavori in Piora è stata fin dall'inizio, e in particolare in occasione della creazione del CBA, riconosciuta a livello federale. Lo testimonia ad esempio la nota informativa ufficiale del 27.07.1994 interna all'Ufficio federale dell'educazione e della scienza indirizzata alla Consigliera federale Ruth Dreifuss, Direttrice del Dipartimento federale degli interni, che si apprestava a partecipare alla cerimonia d'inaugurazione del Centro il 29.07.1994.

Riportiamo di seguito un estratto della *Notiz an Frau Bundesrätin Dreifuss: Die Region Piora ist bekannt für ihre hydrologische, geologische und biologische Vielfalt und bietet deshalb selten vorteilhafte Möglichkeiten für interdisziplinäre Forschungsprojekte auf diesem Gebiet. Seit einigen Jahren führen nun verschieden Hochschulinstitute Kurse am Centro di biologia alpina in Piora durch, insbesondere aus Zürich und Genf. Bereits 1983 ist im Obergeschoss eines Alpstalls ein kleines Forschungslabor eingerichtet worden, das vor allem für die Erforschung der Wasserqualität des Lago di Piora dient. Besondere Aktualität gewinnt nun das Centro im Zusammenhang mit der interdisziplinären Alpenforschung für welche die Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften ein neues Projekt zu lancieren gedenk* (Fig. 1, in italiano nella didascalia).

La realizzazione del CBA aveva ricevuto un sussidio federale come infrastruttura universitaria, la prima in Ticino. Come riportato nel libro pubblicato in occasio-

ne dei 25 anni dell'USI (Montorfani & Baranzini 2021) la partecipazione della Consigliera federale all'inaugurazione in Ticino di un Centro attivo nella ricerca è stata di fondamentale importanza anche per l'impostazione dell'Università della Svizzera italiana. *Il nuovo Centro (CBA)… fu inaugurato il 29 luglio 1994 alla presenza della Consigliera federale Ruth Dreifuss, responsabile del Dipartimento federale dell'Interno, che in quell'occasione conobbe il Consigliere di Stato Giuseppe Buffi e con il quale iniziò – forse per la prima volta – ad affrontare seriamente il tema di una possibile università ticinese…*".

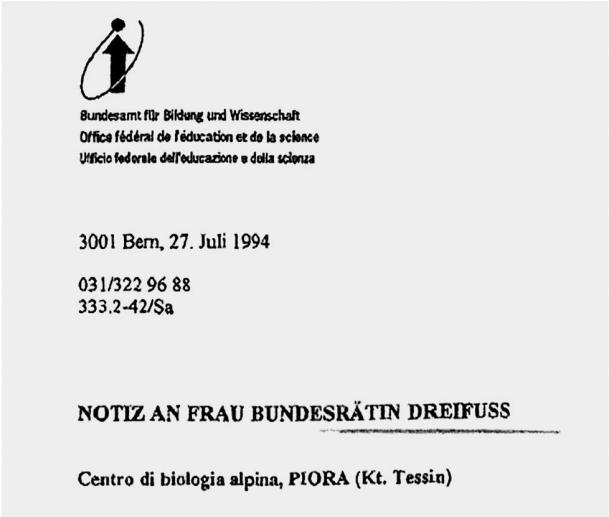
A proposito dell'Accademia citata nella nota dell'Ufficio federale, possiamo sottolineare che nel 1998 (dal 23 al 26 settembre) il CBA con il patrocinio della STSN ha organizzato in Ticino il "178° Congresso annuale dell'Accademia svizzera delle scienze naturali". La riunione si è tenuta ad Airolo-San Gottardo-Piora con oltre 1'000 partecipanti appartenenti a 45 società scientifiche trasformando durante una settimana la piazza d'armi e la sua moderna caserma semi circolare (1989-1995, Fabio Muttoni e Silvano Caccia) in un campus universitario. Il CBA ha potuto svolgere questo incarico grazie alla collaborazione con la STSN, il tema delle giornate congressuali: "La ricerca alpina e le trasversali".

In Piora, dopo le indagini di inizio '900 la ripresa della frequenza scientifica regolare è avvenuta già a partire dal 1970-72, mentre l'aspetto didattico con i corsi dell'Università di Ginevra e dell'Università di Zurigo dedicati all'idrobiologia ed all'ecologia alpina a partire dal 1982-83. Gli aspetti considerati riguardavano: l'idrobiologia, la limnologia, l'entomologia, le scienze forestali, l'ornitologia, la botanica, le scienze ambientali e lo sfruttamento idroelettrico. Sin dall'inizio si sono associati i geologi dell'Istituto Forel appartenenti alla stessa Università di Ginevra, con l'intento di offrire l'interdisciplinarità nel curricolo universitario della formazione nelle scienze ambientali. Concetti ed esperienze presentate a livello nazionale al simposio sulla formazione in scienze ambientali nelle scuole e in particolare nelle alte scuole tenutosi all'Università di Berna nel 1997 (Janusz et al. 1997). Illustriamo di seguito l'evoluzione di questa formazione interdisciplinare, sia nei contenuti che nella denominazione, prendendo spunto dall'attuale Master in scienze ambientali dell'Università di Ginevra.

FORMAZIONE INTERDISCIPLINARE

Nascita, istoriato ed evoluzione dello stage di specializzazione

In Piora, all'inizio degli anni '80 l'insegnamento pratico era composto da un assemblaggio di corsi, definito come *Cours intégré*, comprendente: l'idrobiologia dei laghi alpini (determinazione del plancton, profili fisico chimici della colonna d'acqua e misura dei parametri classici abbinati alla trofia e produttività piscicola del corpo d'acqua), la botanica (ad esempio con la visita dei punti più interessanti delle numerose zone umide, ad es. 3 paludi e una torbiera d'importanza nazionale con le specie di *Pinguicola* e di *Drosera*; *Saussurea alpina* ad es. reperita nei calcestri sotto Carorescio nella "Val di Cogn"), la zoologia (ittiofauna e contenuti stomacali) e la geologia (comparazione delle zone con rocce cristalline e rocce composte da dolomia e calcare).


Bundesamt für Bildung und Wissenschaft
Office fédéral de l'éducation et de la science
Ufficio federale dell'educazione e della scienza

3001 Bern, 27. Juli 1994

031/322 96 88
333.2-42/Sa

NOTIZ AN FRAU BUNDESRÄTIN DREIFUSS

Centro di biologia alpina, PIORA (Kt. Tessin)

Figura 1: Intestazione della Notiz an Frau Bundesrätin Dreifuss, 27 luglio 1994, di cui proponiamo un estratto: La regione di Piora è nota per la sua diversità idrologica, geologica e biologica e quindi offre rare opportunità per progetti di ricerca interdisciplinari in questo campo. Da alcuni anni, diversi istituti universitari tengono dei corsi al Centro di biologia alpina di Piora, soprattutto da Zurigo e Ginevra. Già nel 1983, un piccolo laboratorio di ricerca è stato allestito nel piano superiore di un fienile alpino, principalmente per la ricerca sulla qualità dell'acqua del Lago di Piora. Il Centro sta diventando particolarmente attuale in relazione alla ricerca alpina interdisciplinare, per la quale l'Accademia svizzera delle scienze naturali intende lanciare un nuovo progetto.

Nel 1996 lo *stage* si era strutturato in seno al *Diplôme d'Etudes Supérieures en Sciences Naturelles de l'Environnement* (**DESSNE**), e poi in seguito inserito, a partire dal 2005, nel piano di studi della *Maîtrise Universitaire en Sciences de l'Environnement* (**MUSE**) dell'Università di Ginevra.

MUSE quale modello di insegnamento interdisciplinare

L'offerta formativa della *Maîtrise Universitaire en Sciences del'Environnement* (MUSE) è interdisciplinare a più livelli. In primo luogo per la diversità dei corsi proposti che, oltre ai fondamentali nelle scienze naturali, si articolano nelle aree tematiche: Biodiversità, Ecosistemi e Società – Impatti sul clima – Sviluppo sostenibile e Urbanizzazione – Energia – Scienze delle acque: risorse, gestione e società. In secondo luogo per la diversità dei curricoli di base degli studenti che vi partecipano. I criteri di ammissione al MUSE permettono infatti l'accesso a diplomati con *bachelor* in scienze naturali (in particolare biologia e geologia) ma anche in scienze economiche, sociali, relazioni internazionali, medicina e diritto. La formazione di base dei partecipanti può comprendere anche l'etnologia e l'archeologia alpina.

Nella sua offerta formativa il MUSE propone il corso *Fonctionnement d'un lac alpin en relation avec son environnement* della durata di due settimane che si svolge al CBA. L'insegnamento in quota applica con esercitazioni pratiche

le conoscenze presentate e discusse nei corsi delle aree tematiche: Scienze delle acque e Biodiversità. La prima settimana viene dedicata alla cartografia geologica con delle nozioni pratiche di geomorfologia, botanica e idrogeologia. La seconda settimana è dedicata all'idrologia, all'idrobiologia, alla limnologia e microbiologia. Ad es. il lago di Cadagno viene descritto attraverso l'analisi delle sue caratteristiche fisico-chimiche, con la particolare stratificazione permanente delle acque, e attraverso le popolazioni microbiche che popolano la sua colonna d'acqua. Queste particolarità vengono discusse e messe in relazione alle caratteristiche geologiche e idrogeologiche del bacino imbrifero.

Il soggiorno in Val Piora permette agli studenti di studiare e analizzare con un approccio interdisciplinare un ecosistema d'alta montagna preso come modello. Permette ad esempio di applicare i metodi analitici pratici usati in limnologia e microbiologia. Esso si articola simultaneamente nelle tematiche essenziali: geologia, scienze delle acque e biodiversità che si sviluppano per tramite di una cartografia geologica delle zone cristalline e carsiche (dolomia e calcare), di una descrizione della struttura e funzionamento dei sistemi acquatici, o ancora con la lettura del paesaggio e la conoscenza dei tipi di ambiente supportati da rilievi di flora e vegetazione in funzione di "toposequenze" rappresentative.

I dati delle analisi sulle acque superficiali della Val Piora e delle osservazioni di campo effettuate durante le due settimane di corso sono poi raggruppate dagli studenti in un unico rapporto collettivo e conclusivo. L'esercizio finale impone ai partecipanti di collaborare, condividere e poi in seguito organizzare e strutturare le informazioni raccolte come se fossero una vera e propria équipe di lavoro che ha ricevuto un mandato peritale. La produzione di un unico rapporto costituisce un'ulteriore richiesta che allena gli studenti a lavorare in gruppo, suddividendosi i compiti, e li mette nella situazione di poter sfruttare ed usare le rispettive competenze della loro formazione di base (*bachelor*).

Le esercitazioni di campo, come quella proposta in Val Piora, sono spesso ricordate da ex studenti come le esperienze più formative di tutto il MUSE perché, oltre alla conoscenza di ecosistemi complessi, favoriscono gli approcci trasversali, ed esercitano le capacità necessarie ad affrontare un tema da diverse angolature e a considerarne tutte le sue implicazioni e sfide. Queste conoscenze e competenze sono ritenute tre le più preziose e utili, dagli stessi ex studenti, per le loro attività professionali nei campi delle scienze ambientali.

I contenuti odierni degli *stages* interdisciplinari e offerta del Centro Biologia Alpina (CBA)

Durante gli stages viene privilegiato tradizionalmente l'insegnamento sul terreno, il "saper leggere la natura" "*A l'école de la nature*". La presa di contatto con la Val Piora avviene così percorrendo: il Sentiero didattico Lago Ritom, il Sentiero microbiologico, il Sentiero idrologico e la Guida natura-ambiente, utilizzando il materiale stampato esistente. Il materiale didattico è costituito da *polycopiés* e fascicoli didattici, e da pubblicazioni recenti "*peer-reviewed*" sulle ricerche in corso (vedi sito www.cadagno.ch).

Legata all'**ubicazione** in quota del CBA (1'960 m s.l.m.) esiste una definizione dei punti più significativi per il ritrovo di specie vegetali e animali come pure per i luoghi geologicamente interessanti, affioramenti geologici, ecc. In particolare per l'insegnamento dell'idrobiologia la regione dispone di una serie di laghi, compresi corpi d'acqua relativamente poco influenzati dall'impatto diretto dell'uomo/ecosistemi poco perturbati (De Bernardi et al. 1991), ma anche di laghi che possono fungere da ecosistemi sentinella per i cambiamenti climatici in corso (Peduzzi et al. 2006a; Tiffay 2014; Bruder et al. 2018). Laghi a diverse altitudini, a partire dal L. Ritom 1'850 fino al L. della Miniera 2'525 m s.l.m., e su zoccolo cristallino o calcareo dolomitico. Alcuni di questi laghi costituiscono laboratori ideali per studiare il funzionamento e il metabolismo lacustre in situazioni di assenza di contaminazione umana diretta ma anche i metabolismi legati all'eutrofizzazione prendendo come modello stabile lo stato meromittico naturale del lago di Cadagno. La stratificazione stabile delle acque permette il raffronto tra meromissi crenogenica e meromissi biogenica.

Summer schools: la scuola dottorale e altri *stages* estivi

Prendiamo due esempi abbastanza significativi dell'inserimento delle scuole dottorali al CBA. In agosto del 2003, nel quadro della «Scuola dottorale in microbiologia» dell'Università di Ginevra, è stato organizzato un corso sotto forma di stage sulla "Biologia dell'estremo: ambiente alpino / ambiente marino". Infatti una parte importante e molto interessante della biologia esamina le soluzioni escogitate dagli organismi che vivono in condizioni ostili, sia in alta quota che negli abissi marini. Così i ricercatori di Piora, operanti al di sopra dei 2'000 m.s.l.m., si sono confrontati con le linee d'indagine inerenti i fondali a 2'000 m sotto il livello del mare sviluppate alla stazione marina di Banjuls S/Mer, dell'Università di Parigi e del Museo Nazionale di Storia Naturale di Parigi. Durante una settimana sono state comparate ed evidenziate le similitudini biologiche ritrovate nei due ambienti estremi.

Nei raffronti della biologia alpina con la biologia marina si è potuto evidenziare l'esistenza di analogie molto pertinenti; l'apparizione di sostanze con capacità protettive contro il freddo come ad es. la proteina «antigelo» dei pesci dei mari freddi e a livello alpino l'antigelo a base di zuccheri del *Ranunculus glacialis*.

Il *Ranunculus glacialis* è una pianta che possiede una notevole capacità di resistenza al gelo. Da noi lo si trova frequentemente ad esempio ai piedi del Pizzo Columbe oppure in Val Lucendro, sulla Bassa, ed è certamente uno dei fiori alpini biochimicamente più interessanti. Tipica specie pioniera, cresce in luoghi ricchi d'acqua proveniente dallo scioglimento delle nevi. La sua capacità di resistere alle basse temperature è dovuta all'elevato contenuto in zuccheri e glicerolo nella sua linfa. Analogamente nelle alghe, come ad esempio *Chlamydomonas nivalis* vi è anche la produzione di acidi grassi per resistere e proliferare nella neve. Il Documenta n. 3 con il titolo "*Milieux extrême: conditions de vie en milieu alpin e milieu marin*" contiene il resoconto di questa esperienza (Peduzzi et al. 2006b).

Figura 2: Il lago di Cadagno, ripreso verso est dopo l'abbassamento di 3 metri del livello dell'acqua; foto di Aldo Cereda scattata nel novembre del 2005. È osservabile la superficie spondale risultante che costituiva la messa a secco di una consistente superficie delle rive di circa 41'000 m².

Nel secondo esempio, dal 2005 la Società svizzera di idrologia e limnologia (www.sghl.ch) ha organizzato 5 brevi scuole estive (delle *Summer schools* dedicate all'acqua) al CBA aperte a giovani ricercatori e dottorandi provenienti da tutta la Svizzera allo scopo di riflettere sul loro futuro professionale nelle scienze dell'acqua. Lo scambio di esperienze tra i partecipanti, aventi formazioni scientifiche molto variegate, ma tutti attivi in ricerche riguardanti la risorsa acqua coinvolge anche specialisti già attivi professionalmente nel settore pubblico, privato e universitario. Queste brevi *Summer schools* (Scuole estive) promuovono l'interdisciplinarietà e un approccio integrato nella gestione delle acque e, non da ultimo, uno scambio tra le diverse culture linguistiche svizzere.

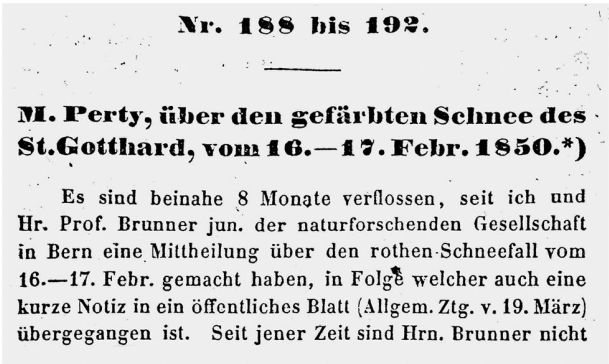
IMPORTANZA DEI DATI SCIENTIFICI PREGRESSI

Molti lavori odierni d'indagine trovano la loro origine tematica in pubblicazioni scientifiche apparse da oltre 100 anni. Spesso si tratta di una ripresa d'attualità, con metodi moderni, di fenomeni osservati nel passato. I capitoli nel fascicolo n. 11 delle Memorie della STSN "Biodiversità della Val Piora": "Storia della ricerca biologica e limnologica" e "Storia della ricerca geologica e mineralogica" affrontano già ampiamente il tema e contengono oltre 100 referenze bibliografiche essenziali inerenti l'apporto delle indagini in Piora alla storia delle scienze. In particolare sono ripercorsi i risultati scientifici a partire dal 1700 sulla base delle pubblicazioni dei naturalisti che hanno visitato la regione Piora-S. Gottardo con l'intento di studiarla.
Di seguito vorremmo però illustrare due esempi forse ancora poco esplorati da questa angolatura.

La meromissi crenogenica *ante-litteram*

L'annotazione pregressa, la prima che cronologicamente documenta, "ante-litteram", lo speciale funzionamento metabolico della meromissi crenogenica, risale al 1906. In occasione del lavoro di tesi presentato all'Università di Ginevra ed intitolato: *«Les lacs alpins suisses étude chimique et physique»*, Felix-Ernest Bourcart a proposito del Lago di Cadagno scriveva: *«il serait fort intéressant de faire des études approfondies sur ce lac si curieux»*, il ricercatore aveva già campionato il sedimento del Lago di Cadagno e nella descrizione affermava essere di un fango di colore bruno *«sentant l'hydrogène sulfuré»* (Bourcart 1906).
Dato che i cambiamenti di livello del corpo d'acqua risultano nocivi alla meromissi crenogenica, nell'intento di preservarla nel Cadagno, la Fondazione CBA ha chiesto con successo di rinunciare all'abbassamento invernale del livello di tre metri. Infatti, nei due laghi (Ritom e Girotte), dove la meromissi crenogenica era stata didatticamente descritta (Tonolli 1969; Dussart 1966), il fenomeno si è perso nella forma attualmente conosciuta in Cadagno, dopo la costruzione dello sbarramento. Questo a causa del cambiamento dei livelli dovuto all'utilizzazione dell'acqua a scopi idroelettrici. Nella foto del novembre 2005 scattata da Aldo Cereda

dopo l'abbassamento, troviamo l'aspetto del Lago di Cadagno con le rive messe a secco (Fig. 2). È osservabile la superficie spondale risultante che costituiva la messa a secco di una consistente superficie delle rive di circa 41'000 m^2 (Peduzzi et al. 2021a). Questo stato oltre ad essere inestetico, costituisce un impatto negativo anche sulla biologia in quanto provoca la perdita dei cicli biologici che si svolgono nell'interfaccia acqua-suolo.
Il fenomeno descritto nel lago di Cadagno risulta per il momento stabile. Infatti il filtro batterico che si sviluppa tra i due strati è dovuto in gran parte alla specie *Chromatium okenii*, che metabolizza l'idrogeno solforato ed altri composti tossici provenienti dal fondo e che può essere considerato la specie chiave dell'ecosistema. L'*Ochenone*, presente in questi sulfobatteri purpurei anaerobici e fotosintetici, è un pigmento carotenoide molto persistente nei sedimenti anossici che assieme al loro DNA antico (aDNA) permette di datare il fenomeno. Così dalle analisi cromatografiche e molecolari effettuate su carotaggi del sedimento del Lago di Cadagno risulta che il metabolismo del corpo d'acqua è stabile e che il filtro batterico funziona da diversi millenni (Ravasi et al. 2012). Siamo quindi confrontati con un Lago che presenta una sostanziale stabilità meromittica e che è durata praticamente per tutto l'Olocene (Wirth et al. 2014). Non da ultimo il lago di Cadagno è considerato un *modern Proterozoic ocean analogue* perché è un ecosistema contemporaneo che presenta caratteristiche, come ad esempio le condizioni redox, la chimica dello zolfo e la stratificazione delle acque, simili a quelle predominanti negli oceani durante un periodo stimato tra i 2.5 e 0.5 miliardi di anni fa (Burns et al. 2009; Canfield et al. 2006). Questi ecosistemi, detti *modern analogues*, offrono la possibilità di studiare i processi alla base della vita microbica che predominava in una biosfera antica e primitiva (Camacho et al. 2017). Lo studio delle popolazioni microbiche che proliferano nella colonna d'acqua, partendo dal fondo e risalendo la colonna d'acqua del Lago, ci permettono quindi di fare un viaggio che ritraccia alcune tappe importanti nell'evoluzione della vita sul nostro Pianeta. Ad esempio, recenti indagini di filogenia metabolica molecolare, ipotizzano che i solfobatteri verdi e purpurei anaerobici e fotosintetici siano i primi organismi viventi sulla Terra ad aver sviluppato


Nr. 188 bis 192.

M. Perty, über den gefärbten Schnee des St.Gotthard, vom 16.—17. Febr. 1850.*)

Es sind beinahe 8 Monate verflossen, seit ich und Hr. Prof. Brunner jun. der naturforschenden Gesellschaft in Bern eine Mittheilung über den rothen Schneefall vom 16.—17. Febr. gemacht haben, in Folge welcher auch eine kurze Notiz in ein öffentliches Blatt (Allgem. Ztg. v. 19. März) übergegangen ist. Seit jener Zeit sind Hrn. Brunner nicht

Figura 3: Frontespizio della pubblicazione di M. Perty che nel 1850 segnalava la neve rossa sul San Gottardo.

la capacità fotosintetica, e si stima che questo possa essere avvenuto già circa 3.5 miliardi di anni fa (Frigaard & Bryant 2008; Olson & Blankenship 2004). Il lago di Cadagno ha per nostra fortuna salvaguardato l'habitat adeguato a questi moderni rappresentanti di organismi primordiali e presenta ancora oggi delle analogie con gli oceani presenti fino a circa 500-700 milioni di anni fa. Sono organismi ed ecosistemi che ci aiutano ad interpretare la storia della Vita sulla Terra (Peduzzi et al. 2021a; Tonolla et al. 2017).

La neve rossa da *Protococcus nivalis* a *Chlamydomonas nivalis*

A proposito di condizioni estreme, della resistenza al freddo e all'esposizione alle radiazioni ultraviolette degli organismi vegetali, risulta interessante citare il fenomeno della neve rossa provocato dalla «fioritura» o moltiplicazione di un'alga della specie *Chlamydomonas nivalis* sulla superficie del manto nevoso.
L'alga fa parte del crioplancton: un complesso di alghe che vivono nelle nevi e possono conferire colorazioni rosse, verdi o gialle. Possiamo esaminare e ripercorrere una sorta di "*suite*" storica nella serie di ricerche dedicata alla neve rossa, a partire dalla segnalazione iniziale sul San Gottardo nel 1850, da parte di M. Perty (1850), fino ad arrivare alla tesi di dottorato del 2007 sostenuta all'Università di Ginevra ed effettuata in Piora da Y. Bischoff (2007) ma anche alle ricerche più recenti (Remias et al. 2016).

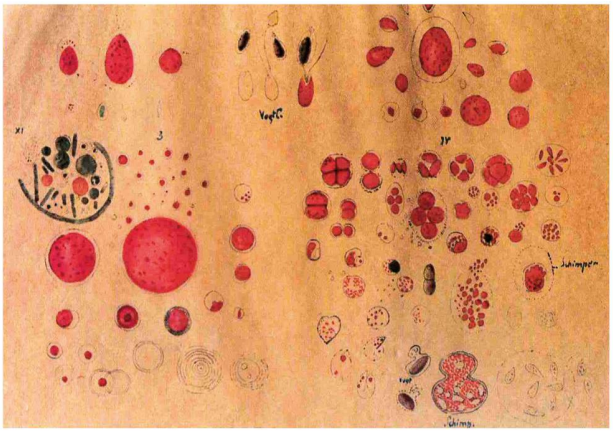


Figura 4: Disegni di S. Calloni pubblicati nel 1885 con la didascalia: Fasi di sviluppo del *Protococcus nivalis*, l'alga microscopica che produce il fenomeno delle nevi rosse.

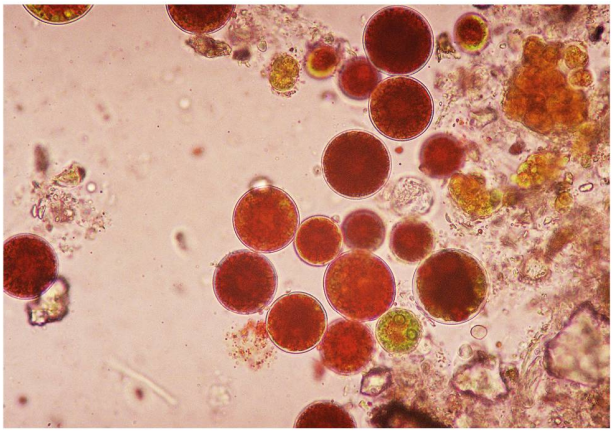
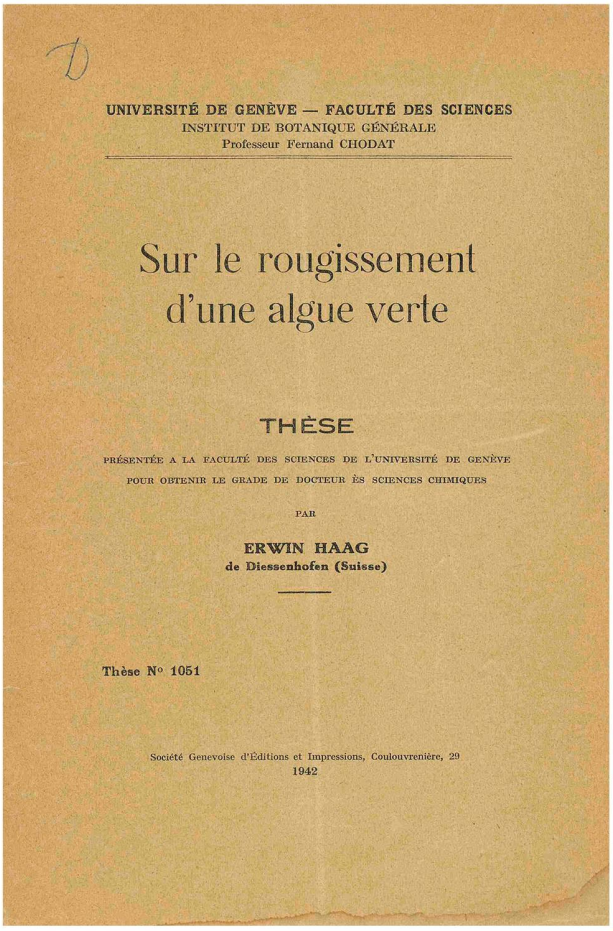


Figura 5: Foto attuale di *Chlamydomonas nivalis* al microscopio. Le dimensioni del diametro delle cellule sferiche va da 15 a 50 µm (micron).

L'importanza della scoperta del Perty, professore di storia naturale all'Università di Berna, viene immediatamente riconosciuta, ne è la prova il fatto che l'articolo apparso su "Mitteilungen der Naturfoschende Gesellschaft, Bern" (Fig. 3), è stato pubblicato anche in italiano, lo stesso anno, tradotto dal prof. Curti con il titolo "Sugli enti microscopici delle Alpi e della Svizzera italiana". Dopo la prima segnalazione da parte del Perty diversi autori si sono interessati a questo fenomeno e, soprattutto, alla microbiologia della neve.
Nel suo articolo "La flora nivale delle Alpi" Calloni S., nel 1885, ha descritto e disegnato "le fasi di sviluppo dell'alga microscopica che produce il fenomeno delle nevi rosse" repertoriata come *Protococcus nivalis* (Fig. 4). Il disegno del Calloni viene accostato ad una foto attuale al microscopio (Fig. 5). Egli annota: "Tra le alghe si contano protococchi che fanno la neve, su larghe distese, rossa, verde o d'un giallo sporco." (Calloni 1885). All'Università di Ginevra, Chodat R. (1896) si è interessato alla flora che si sviluppa nella neve nel Massiccio del Monte Bianco. Linea di ricerca seguita da una tesi effettuata presso lo stesso Laboratorio di botanica della facoltà delle scienze dell'Università di Ginevra da Haag nel 1942 (Fig. 6).
Gli arrossamenti estivi della superficie della neve sono infatti dovuti a quest'alga le cui cellule contengono una forte quantità di un pigmento rosso appartenente alla famiglia dei carotenoidi, in particolare l'astaxantina (Remias et al. 2006, 2016). Il pigmento costituisce uno schermo per proteggere il cloroplasto, dove viene effettuata la fotosintesi, dalle forti radiazioni. Lo sviluppo è macroscopicamente ben osservabile ed è analogo ad un *algal bloom*, sulla superficie della neve. L'alga prolifera fortemente soprattutto nei posti dove la neve sta sciogliendosi e presenta un ciclo molto interessante (Fig. 7) in quanto le spore rimangono sul terreno sotto lo strato di neve e migrano in superficie quando sono raggiunte dall'acqua liberata dallo scioglimento. Il loro ciclo di vita si è adattato alle condizioni molto mutevoli della copertura nevosa.
Il fenomeno della neve rossa dovuto alla proliferazione dell'alga viene da noi osservato regolarmente ed accertato microscopicamente in punti precisi della regione di Piora, ad esempio sul Piatto della Miniera, in Val Cadlimo, vicino al lago di Dentro e nel bacino imbrifero del lago di Tom (Fig. 8a, 8b). La microbiologia della neve è una linea di ricerca sviluppata presso il CBA, finanziata dal Fondo nazionale, in collaborazione con l'Istituto federale per lo studio della neve e delle valanghe di Davos. La tesi presentata all'Università di Ginevra da Y. Bischoff: *Diversité et mobilité des algues de neige dans le Alpes suisses* è stata effettuata in Piora in collaborazione con l'Istituto di Davos.
Molto meno appariscente ma altrettanto interessante ed estrema ed ancora di grande attualità, risulta la vita


D

UNIVERSITÉ DE GENÈVE — FACULTÉ DES SCIENCES
INSTITUT DE BOTANIQUE GÉNÉRALE
Professeur Fernand CHODAT

Sur le rougissement d'une algue verte

THÈSE

PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES CHIMIQUES

PAR

ERWIN HAAG
de Diessenhofen (Suisse)

Thèse N° 1051

Société Genevoise d'Éditions et Impressions, Coulouvrenière, 29
1942

Figura 6: Frontespizio della tesi di dottorato in scienze chimiche presentata nel 1942 da E. Haag alla Facoltà delle scienze dell'Università di Ginevra "Sull'arrossamento di un'alga verde". Direttore di tesi Prof. Fernand Chodat.

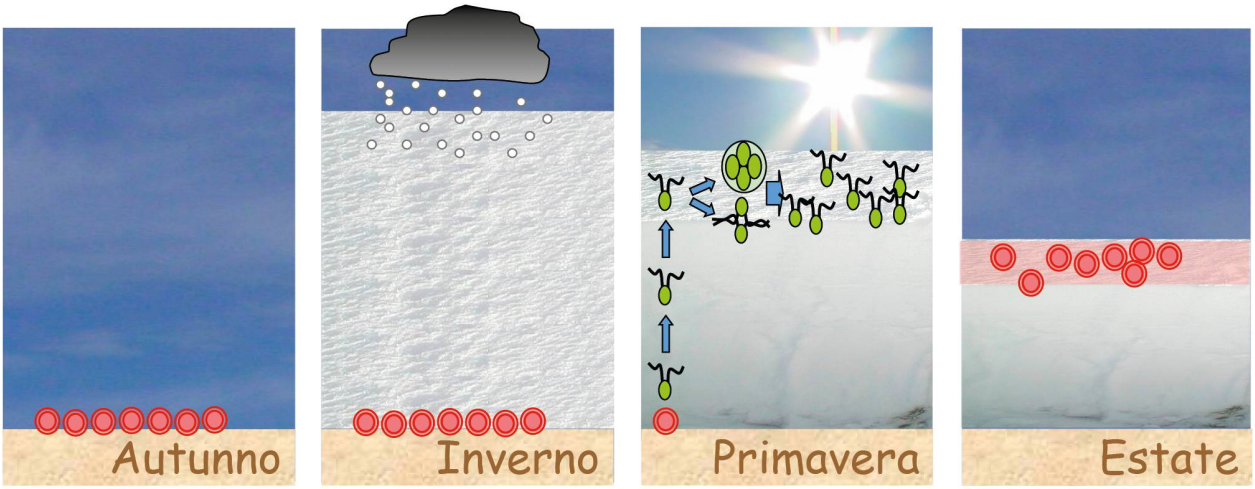


Figura 7: Ciclo vitale di *Chlamydomonas nivalis* legato alla modifica del manto nevoso durante le quattro stagioni.

Figura 8: Aspetto macroscopico dell'arrossamento della neve. A) vista dall'alto della proliferazione algale. B) dettaglio macroscopico. Foto scattate nella zona del Lago di Tom.

microbica osservabile sul fronte dei ghiacciai e del permafrost (Boetius et al. 2015). In queste nicchie ecologiche si possono isolare delle specie batteriche molto interessanti per la loro proprietà di resistere al freddo, come ad esempio l'*Arthrobacter glacialis* (Liu et al. 2019). Si tratta di germi che proliferano abbondantemente ad una temperatura di zero gradi centigradi, la cui crescita cessa però in genere sui 20 °C.

PROSPETTIVE FUTURE

Il dibattito in corso sul futuro energetico del nostro Paese mette in risalto l'importanza fondamentale dell'energia idroelettrica, questo richiede anche una comprensione delle implicazioni ambientali della stessa. L'idroelettrico è una produzione energetica rinnovabile ma non è esente da impatti, anche importanti, sugli ecosistemi acquatici alpini. L'escursione idrologica (Peduzzi 2011)

si propone come un'opportunità per approfondire sul campo questi temi molto attuali e vuol essere un contributo al dibattito in corso fornendo delle chiavi di lettura delle sfide che ci attendono. Le misure ambientali, di risanamento e compensazione, in corso di realizzazione (nuova centrale del Ritom) sugli ecosistemi acquatici di Piora e dell'Alta Leventina lo testimoniano. Esse costituiscono un'occasione per illustrare sul terreno i passi in avanti fatti dall'idroelettrico nella protezione delle acque a seguito delle modifiche della Legge federale sulla protezione delle acque del 2011.

Proporre un itinerario che possa in maniera interdisciplinare affrontare i diversi temi legati alla produzione idroelettrica costituisce un approccio che concerne per l'appunto più discipline (pluridisciplinare) da mettere in relazione fra loro, con la Val Piora considerata come un unico ecosistema. Nelle prospettive future, approfittando delle installazioni presenti nella regione Piora-San Gottardo, il soggiorno nella regione permette un ulteriore approfondimento sull'insieme delle energie rinnovabili. Elenchiamo di seguito le possibilità che sono offerte, soprattutto per gli studenti in scienze ambientali del MUSE, ma non solo, sul tema delle energie di principio sostenibili e ecocompatibili.

Idroelettrico: la base scientifica dell'ottimizzazione dello sfruttamento del Lago Ritom con la nuova centrale idroelettrica di Piotta e le misure di compensazione ecologica e di risanamento della forza idrica, come ad esempio le misure per risanare gli effetti ecologici dei deflussi discontinui nel fiume Ticino. **Eolico**: visita del Parco eolico dell'Azienda elettrica ticinese sul Passo del San Gottardo. **Geotermico**: visita del Laboratorio del Politecnico di Zurigo a Ronco-Bedretto dove sono effettuati sondaggi per la ricerca sull'energia geotermica. Infrastruttura localizzata nella finestra di lavoro della galleria del Furka. **Fotovoltaico**: ripresa dell'idea dell'equipaggiamento con cellule fotovoltaiche dei ripari antivalangari della Valascia sopra Airolo. Sulla base del lavoro di diploma di Michel Beffa (2012): "Impianto fotovoltaico pilota posto su premunizioni valangarie"; possibilità di elaborare uno studio preliminare per la valutazione del progetto.

È pure da segnalare il Progetto di Riserva forestale Val Piora come un ulteriore potenziamento della parte divulgativa mediante la creazione di un Centro visitatori all'Alpe Piora, in collaborazione e sinergia con il CBA. Uno stabile all'Alpe Piora messo a disposizione dai Boggesi è inserito nel citato Progetto. Esso potrà costituire un punto di divulgazione importante per quanto riguarda la biodiversità della Riserva e del bosco di montagna in generale. Sull'importanza delle riserve naturali per la tutela del patrimonio della biodiversità sul nostro pianeta si è espresso ancora di recente E.O. Wilson (1929-2021): *in Half-Earth I propose that only by committing half of the planet's surface to nature can we hope to save the the immensity of life-forms that compose it (…) Why one-half? Why not one-quarter or one third? Because large plots, whether they already stand or can be created from corridors connecting smaller plots, harbor many more ecosystems and species composing them at a sustainable level* (Wilson 2016), www.half-earthproject.org. Wilson, nella sua visione, mette in luce con ottimismo l'importanza di affiancare la protezione degli ambienti naturali con misure di Riqualificazione/ripristino ecologico, dette di *Ecosystem restoration*. Con l'obiettivo di promuovere la presenza di *pockets of restored habitats* (sacche di habitat ripristinati) anche in ambienti antropizzati, rurali e urbani, che andrebbero a collegare e ad aggiungersi alle altre zone di protezione. Nel nostro contributo (Peduzzi 2021b) sulla diversità e rapidità del rinverdimento spontaneo sul delta della Murinascia, 62 taxon di piante vascolari completate in questo numero da un rilevamento briologico (Lucini 2022), mettevamo già in risalto l'importanza e il potenziale della *Restoration ecology* per il tema dello sviluppo sostenibile. Tema anche promosso nell'ambizioso programma delle Nazioni Unite con il decennio (2021-2030) dedicato alla Riqualificazione ecologica (www.decadeonrestoration.org).

Il CBA è parte integrante della rete di collaborazioni per le attività previste dalla Casa della sostenibilità dell'Università della Svizzera italiana con sede ad Airolo. L'apporto del CBA allo sviluppo della Casa verterà sulla tematica della ricca biodiversità della regione Gottardo-Piora. Il progetto di Casa è stato accettato all'unanimità dal Consiglio dell'USI e dal Consiglio comunale di Airolo (situazione a gennaio 2022).

Alain Fuchs, presidente del CNRS (Centre national de la recherche scientifique) e dell'Université PSL (Paris sciences & lettres), in una recente intervista apparsa su Dimensions EPF-L afferma *une université se doit d'être pluridisciplinaire pour rayonner mondialement* e conclude così le sue riflessioni sul futuro dell'insegnamento universitario: *j'ai aujourd'hui renoué avec l'enseignement, notamment dans le cadre de notre formation généraliste Sciences pour un monde durable, dont l'objectif est de former les futurs dirigeants aux questions scientifiques liées au climat. C'est notre responsabilité de leur offrir les bases scientifiques sur les questions de transition écologique, économique, sociale, car la société et les médias s'emparent du sujet mais les bases scientifiques sont encore souvent trop peu connues* (Aubelle 2021)

In conclusione, per superare l'attuale crisi ambientale necessitiamo di basi scientifiche solide, in particolare nelle scienze naturali (David & Taquet 2017), e di una prospettiva che adotti delle scale temporali e spaziali adeguate. Una visione, e delle scale, che possano andare oltre la dimensione spesso limitata alla quotidianità, e al breve termine, della nostra percezione della realtà. Riteniamo che lavorare e fare formazione su dati pregressi e su ecosistemi complessi con approcci interdisciplinari, come è possibile farlo in Val Piora, possa contribuire a questo bisogno urgente.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

Aubelle A. 2021. Une université se doit d'être pluridisciplinaire pour rayonner mondialement, interview à Alain Fuchs. Dossier EPFL dans le monde. Dimensions: le magazine de l'éducation, la recherche et l'innovation de l'EPFL. 03 Hiver 2021, 58 p.

Beffa M. 2012. Impianto fotovoltaico pilota posto su premunizioni valangarie. Lavoro di diploma Scuola superiore specializzata in costruzione meccanica in collaborazione con Azienda elettrica ticinese (AET), 59 p.

Bischoff Y. 2007. Diversité et mobilité des algues de neige dans les Alpes suisses, Tesi Università di Ginevra no. Sc. 3914, Documenta: Milieux Alpins et changement global Vol. 2, Centro Biologia Alpina Piora, 132 p.

Boetius A., Anesio A., Deming J., Mikucki J.A., … & Rapp J.Z. 2015. Microbial ecology of the cryosphere: sea ice and glacial habitats. Nature Reviews Microbiology, 13: 677-690.

Bourcart F. 1906. Les lacs alpins suisses, étude chimique et physique. Thèse présentée à l'Université de Genève. Georg & Co. Editeurs, Genève, 127 p.

Bruder A., Kainz M. & Tonolla M. 2018. Winter conditions are changing rapidly in Alpine Lake ecosystems, Eos Transactions American Geophysical Union, 99.

Burns B.P., Anitori R., Butterworth P., Henneberger R., Goh F., Allen M.A., … & Neilana B.A. 2009. Modern analogues and the early history of microbial life. Precambrian Research, 173: 10-18.

Calloni S. 1885. La flora nivale delle Alpi. Almanacco del popolo ticinese. Bellinzona, XLI 74-76. Ristampa in: Un naturalista dell'ottocento. Antologia di scritti di Silvio Calloni (1851-1931). A cura di Dario Calloni. Ed. Dadò 1993, 84-85.

Camacho A., Walter X.A., Picazo A. & Zopfi J. 2017. Photoferrotrophy: Remains of an Ancient Photosynthesis in Modern Environments. Frontiers in Microbiology, 8 (MAR), 323. https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00323.

Canfield D.E., Rosing M.T. & Bjerrum C. 2006. Early anaerobic metabolisms. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 361: 1819-1834.

Chodat R. 1896. La flore des neiges du Col des Ecandies (Massif du Mont-Blanc). Bulletin de l'Herbier Boissier, 4: 879-889.

David B. &Taquet P. 2017. L'histoire naturelle, un outil précieux contre l'obscurantisme. Science & Médecine, Le Monde. 5 juillet 2017.

De Bernardi R., Giussani G., Mosello R. & Peduzzi R. 1991. La limnologie alpine d'altitude: histoire et état actuel. In: Vernet J.-P. (eds.), Troisième conférence internationale des limnologues d'expression française, Morges, 30-38.

Dussart B. 1966. Limnologie, l'étude des eaux continentales, Ed. Gauthier-Villars, Paris, 678 p.

Frigaard, N.U. & Bryant D.A. 2008. Genomic and evolutionary perspectives on sulfur metabolism in green sulfur bacteria. In: Dahl C. and Friedrich C.G. (eds.), Microbial Sulfur Metabolism, Berlin: Springer, 60-76.

Haag E. 1942. Sur le rougissement d'une algue verte. Tesi di dottorato presentata alla Facoltà delle Scienze dell'Università di Ginevra (Thèse n. 1051), 71 p.

Janusz D., Loizeau J.L., Peduzzi R. & Pfeifer H.R. 1997. Interdisciplinarity, a Real Challenge for Environmental Curricula at the Universities. Umweltbildung in Schule und Hochschule. Universität Bern, 78-83.

Liu Q., Liu H.C., Zhou Y.G. & Xin Y.H. 2019. Genetic diversity of glacier-inhabiting Cryobacterium bacteria in China and description of *Cryobacterium zongtaii* sp. nov. and *Arthrobacter glacialis* sp. nov.» Systematic and Applied Microbiology, 42: 168-177.

Lucini L. 2022. Rilevamento briologico al delta della Murinascia (lago Ritom, Svizzera) durante l'estate del 2021. Bollettino della Società ticinese di scienze naturali, 110: 131-134.

Montorfani P. & Baranzini M.L. 2021. L'Università della Svizzera italiana". Ed. A. Dadò, Locarno, 530 p.

Olson J.M. & Blankenship R.E. 2004. Thinking about the evolution of photosynthesis. Photosynthesis Research, 80: 373-386.

Peduzzi R., Demarta A., Peduzzi S. & Tonolla M. 2006a. Ripercussioni biologiche dei cambiamenti climatici sui laghi alpini di alta quota. Dati, statistiche e società, 3: 66-69.

Peduzzi R., Tonolla M. & Boucher-Rodoni R. 2006b. Milieux extrêmes: conditions de vie en milieu alpin et milieu marin. Documenta n. 3 Ed. Centro Biologia Alpina, 136 p.

Peduzzi S. 2011. Escursione idrologica n. 5.1 La forza idrica Val Piora-Piotta. Istituto di geografia dell'Università di Berna, Edizioni Atlante idrologico Svizzero, 42 p.

Peduzzi S., Roman S., Tonolla M. & Peduzzi R. 2021a. Bilancio limnologico a 14 anni dalla rinuncia della regolazione del livello del lago di Cadagno per scopi idroelettrici. Bollettino della Società ticinese di scienze naturali, 109: 139-143.

Peduzzi S., Maspoli G., Ferrari S. & Peduzzi R. 2021b. Rinverdimento spontaneo del delta della Murinascia (lago Ritom) durante l'estate 2020. Bollettino della Società ticinese di scienze naturali, 109: 133-137.

Perty M. 1850. Ueber der rotgefarbten Schnee des St. Gotthards vom 16/17 Februar 1850. Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. 188bis-192.

Rampazzi F., Tonolla M. & Peduzzi R. 2012. Biodiversità della Val Piora. Risultati e prospettive delle "Giornate della biodiversità" (23-25 luglio 2010). Memoria vol. 11, Ed. Società ticinese scienze naturali e Museo cantonale storia naturale, Lugano, 279 p.

Ravasi D.F., Peduzzi S., Guidi V., Peduzzi R., Wirth S.B., Gilli A. & Tonolla M. 2012. Development of a real-time PCR method for the detection of fossil 16S rDNA fragments of phototrophic sulfur bacteria in the sediments of Lake Cadagno. Geobiology, 10: 196-204.

Remias D., Lütz-Meindl U. & Lütz C.C. 2005. Photosynthesis, pigments and ultrastructure of the alpine snow alga *Chlamydomonas nivalis*. European Journal of Phycology, 40: 259-268.

Remias D., Pichrtova M., Pangratz M., Lütz C. & Holzinger A. 2016. Ecophysiology, secondary pigments and ultrastructure of *Chlainomonas* sp. (Chlorophyta) from the European Alps compared with *Chlamydomonas nivalis* forming red snow. FEMS Microbiology Ecology, 92: 1-10.

Tiffay M.C. 2014. Etude des variations des paramètres physiques, chimiques et biologiques du lac de Cadagno (Tessin, CH) en réponse aux changements climatiques. Maitrise universitaire en sciences de l'environnement, Univ. Genève, 98 pp.

Tonolla M., Storelli S., Danza F., Ravasi D., Peduzzi S., Posth N.R., … & Frigaard N.-U. 2017. Chapter 8. Special study: Lake Cadagno in Ecology of Meromictic Lakes. Gulati, R.D., Zadereev, E.S., Degermendzhi, A.G. (eds.), Springer Verlag., 155-186.

Tonolli V. 1969. Introduzione allo studio della limnologia (ecologia e biologia delle acque dolci). Ed. dell'Istituto italiano di idrobiologia Verbania Pallanza, 280 p.

Wilson E.O. 2016. Half-Earth: Our Planet's Fight for Life. Liveright Publishing Corporation, W.W. Norton & Company Inc., 259 p.

Wirth S.B., Gilli A., Niemann H., Dahl T.W., Ravasi D., Sax N., … & Anselmetti F.S. 2013. Combining sedimentological, trace metal (Mn, Mo) and molecular evidence for reconstructing past water-column redox conditions: the example of meromictic Lake Cadagno (Swiss Alps). Geochimica et Cosmochimica Acta, 120: 220-238.