

# La SCIENZA e la PREVENZIONE delle VALANGHE

**Di Joe Stock**

**Traduzione autorizzata dall'autore**

"Il presente articolo è la traduzione italiana ufficiale, autorizzata dall'autore, del testo originale "Science and Avoiding Avalanches" pubblicato in lingua inglese sulla rivista The Avalanche Review (organo della American Avalanche Association), nei numeri 44.3 e 44.4 del 2026. Traduzione a cura di [Igor Chiambretti]."

DOI: 10.82089/NEV992026\_4

Joe è una guida alpina IFMGA con sede ad Anchorage, in Alaska. Pratica l'arrampicata e lo sci da decenni, principalmente in Alaska, negli Stati Uniti occidentali, nelle Alpi, nelle Ande e in Nuova Zelanda. Attualmente si dedica all'insegnamento di corsi sulla sicurezza in valanga, alla guida sciistica in Alaska e alla guida alpina nelle Alpi. Joe ama anche scrivere, come dimostrano la sua guida sciistica per l'Alaska centro-meridionale — The Alaska Factor — e il suo libro sulla sicurezza in valanga — The Avalanche Factor. Joe ha conseguito una laurea in geografia fisica presso l'Università di Canterbury in Nuova Zelanda e un master in scienze dei bacini idrografici presso la Colorado State University. Joe trascorre il tempo libero arrampicando sotto il sole con sua moglie Cathy. I suoi libri e altri articoli sono disponibili su [stockalpine.com](http://stockalpine.com).



TAB. 1: tabella che riassume le caratteristiche del metodo scientifico e della cultura sociale della scienza (autore Oreskes 2021)

Durante la **corsa all'oro del Klondike** nel 1889, una valanga in Alaska uccise 69 cercatori d'oro non locali (Simpson 2002). Gli aborigeni, e i pionieri che avevano imparato dagli aborigeni, si rifiutarono di percorrere quel percorso quella settimana a causa del caldo disgelo primaverile. Gli aborigeni avevano riconosciuto le pericolose condizioni valanghive grazie all'esperienza e alle conoscenze tradizionali tramandate da generazioni di vita in montagna. Oggi la maggior parte di noi non possiede **le conoscenze tradizionali** acquisite da generazioni di vita in montagna. Eppure, la nostra cultura ci spinge verso terreni pericolosi a rischio valanghe, lasciandoci in una situazione molto simile a quella dei cercatori d'oro, ignari dei pericoli, ma assetati d'oro. Come i cercatori d'oro, ci manca la saggezza degli anziani che ci tenga al riparo dal pericolo. Solo che ora abbiamo il vantaggio della scienza, del metodo scientifico e del pensiero scientifico. Questo articolo offre un'introduzione alla scienza in generale, alla scienza delle valanghe e al pensiero scientifico. L'obiettivo di questo articolo è aiutare gli appassionati di attività sportivo-ricreative in zone a rischio valanghe e i professionisti del settore a comprendere la scienza e come utilizzare il pensiero scientifico per evitare le valanghe. Questo articolo non è una pubblicazione scientifica, bensì un approfondimento basato su letture di approfondimento, discussioni con professionisti del settore valanghe e scienziati, nonché sulle mie conoscenze e opinioni personali.

## DEFINIZIONI

**Empirico (agg.):** basato sull'esperienza o sull'osservazione.

**Epistemico (agg.):** relativo alla conoscenza o al suo grado di validità.

**Ipotesi (s.f.):** una possibile spiegazione basata su prove limitate, che funge da punto di partenza per ulteriori indagini.

**Scienza (n):** conoscenza, compresa quella relativa al mondo naturale, ottenuta attraverso il metodo scientifico.

**Metodo scientifico (n):** un sistema per perseguire la conoscenza attraverso l'esperimento, l'osservazione e la verifica delle ipotesi.

**Pensiero scientifico:** un modo di pensare come uno scienziato per imparare, prendere decisioni migliori e avvicinarsi alla verità.

| Caratteristiche del metodo scientifico<br>(ciò che sappiamo) | La cultura sociale della scienza<br>(come lo sappiamo) |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Empirica, basata su test e osservazione                      | Consenso                                               |
| Falsificabile                                                | Diversità                                              |
| Segue la ragione e logica                                    | Documentazione e condivisione                          |
| Obiettivo                                                    | Trasparenza                                            |
| Iterativo                                                    | Critica                                                |
| Ripetibile                                                   | Revisione tra pari                                     |
|                                                              | Comunità che si autoregola                             |

## LA SCIENZA IN GENERALE

**La scienza è un modo per acquisire conoscenze** sul mondo naturale.

Altri modi includono l'esperienza, l'arte, la storia, la filosofia e la religione. Ciò che distingue la scienza è che segue un metodo scientifico strutturato e ripetibile (vedi punto 1 della TAB 1). In particolare, la scienza è empirica, il che significa che si basa su test e osservazioni, ed è falsificabile, il che significa che deve essere possibile dimostrare che le affermazioni sono false (vedi punto 6 della TAB 1). Ma l'uso del solo metodo scientifico non porta a una conoscenza solida, perché non esiste un unico metodo scientifico. Inoltre, gli esseri umani sono soggetti a pregiudizi. Di conseguenza, la cultura sociale della scienza (Oreskes 2021) è altrettanto importante quanto il metodo scientifico per eliminare la disonestà e la logica errata.

**La scienza ha successo perché segue il metodo scientifico ed è sostenuta da una forte cultura sociale** (Oreskes 2021).

**Utilizziamo la scienza e ne dipendiamo** in ogni aspetto della nostra vita: dalla comprensione del suolo su cui viviamo alle medicine che ci salvano la vita. Possiamo discutere sui meriti della scienza (ad esempio, la scienza nucleare ci ha portato energia a basso costo e un'arma letale), ma utilizziamo comunque le conoscenze e la tecnologia che essa ci offre.

Se usiamo questa scienza in modo intelligente, possiamo ridurre la sofferenza umana (ad esempio, prevenire le malat-

tie, rallentare il cambiamento climatico) e ridurre le nostre possibilità di rimanere intrappolati in una valanga.

Il problema principale della scienza è che **le sue conclusioni possono scontrarsi con i nostri valori**, la religione, le opinioni politiche o gli interessi economici. Questo nonostante la maggior parte delle persone negli Stati Uniti creda nella scienza e utilizzi i prodotti della scienza. Ad esempio, è facile credere nella fisica se si utilizza l'elettricità, ma è più difficile credere nella biologia evolutiva se si è religiosi. Un altro problema è che **le discussioni scientifiche assumono rapidamente un carattere filosofico**, rendendole difficili da comprendere. Possiamo solo dimostrare che le ipotesi sono sbagliate, non che sono giuste. Eh? Le teorie sono ciò che più si avvicina alla verità, ma rimangono comunque incerte. Cosa?

Questa **mancanza di comprensione della scienza** si manifesta nell'uso del termine **«scienza della neve»** quando gli appassionati di sci fuoripista osservano i cristalli in una trincea di neve. Forse stanno utilizzando una definizione più ampia di scienza, intesa sia come corpus di conoscenze che, come processo (Berkeley, edu 2025). È più probabile, tuttavia, che il loro uso dell'espressione «scienza della neve» sia dovuto proprio a una mancanza di comprensione della scienza. La scienza viene praticata dagli scienziati utilizzando il metodo scientifico. Lo scienziato esperto di valanghe Karl Birkeland afferma: *«La scienza della neve non consiste nel guardare attraverso una lente d'ingrandimento. Quello è usare la scienza della neve per svolgere*

il proprio lavoro o per comprendere meglio cosa sta succedendo. La scienza è stata quella delle persone che hanno identificato quei cristalli in origine e hanno documentato quali tipi di cristalli portavano alla formazione di strati deboli, lastroni, ecc.". **Osservare la neve** è un termine più appropriato per descrivere l'esame degli strati e dei cristalli in una buca di neve.

Sebbene non stiamo facendo scienza quando sciamo in terreni valanghivi, **utilizziamo le conoscenze sviluppate dalla scienza** per aiutarci a evitare le valanghe. Tutto, da come si staccano le valanghe a lastroni a come possiamo prendere decisioni migliori.

Jayson Simons-Jones, coordinatore dell'educazione per l'utenza sportivo-ricreativa dell'American Avalanche Association, afferma: «Se eliminassimo tutti gli studi scientifici che hanno portato alla comprensione delle valanghe, continueremmo a credere che siano causate da divinità adirate e fantasmi di montagna». Karl Birkeland fa un esempio: «Per molto tempo ci è stato insegnato che le valanghe si staccano per taglio. Sembra una cosa piuttosto scientifica e non particolarmente importante, ma in quel periodo si dava enorme importanza all'angolo del pendio e poca al distacco a distanza. Perché, eh, su un terreno pianeggiante non c'è sforzo di taglio (o forse solo un po'). I professionisti delle valanghe sapevano che era possibile provocare il distacco a distanza, ma semplicemente non veniva sottolineato. In quel periodo continuavo a sentire di persone che morivano a causa di valanghe provocate a distanza che si propagavano sopra di loro».

## LA SCIENZA DELLE VALANGHE

**La ricerca sulle valanghe negli Stati Uniti ha avuto inizio ad Alta, nello Utah, nel 1948** grazie al lavoro di Monty Atwater. Attualmente, gran parte di questa ricerca viene condotta grazie a piccole sovvenzioni presso università come la Montana State University, oppure con progetti collaterali da parte di ricercatori, meteorologi specializzati in valanghe, pattugliatori di piste e altre figure che operano in

ambiente nevoso. La nostra passione per lo sci, la neve e le valanghe è alla base di centinaia di studi sulle valanghe ogni anno, nonostante i fondi limitati e una media di 27 vittime all'anno.

Come la maggior parte delle scienze, la scienza delle valanghe inizia tipicamente con un'osservazione che cattura la curiosità di un operatore o di uno scienziato specializzato in valanghe. Utilizzando il **metodo scientifico**, il ricercatore sviluppa un'**ipotesi** - una potenziale spiegazione basata su prove limitate come punto di partenza per ulteriori indagini - e **raccolge informazioni attraverso l'osservazione o la sperimentazione**. L'osservazione registra i fenomeni così come si verificano naturalmente senza manipolare le variabili. Un test scientifico - chiamato anche esperimento - manipola attivamente le variabili per ridurre la distorsione e migliorare la ripetibilità. Si possono trarre conclusioni sulla base delle osservazioni e dei test. Questo processo che va dall'osservazione e dalla sperimentazione alla conclusione - dal particolare al generale - è chiamato **ragionamento induttivo** ed è fondamentale per la scienza delle valanghe e la previsione delle valanghe (LaChapelle 1980).

La scienza, e la nostra conoscenza, tendono ad accumularsi gradualmente come **scienza normale**. Raramente la scienza subisce cambiamenti di paradigma (Kuhn 1962) come la scienza rivoluzionaria, ad esempio Wegener che propose la deriva dei continenti o Brenz che propose le grandi inondazioni dell'Inland Northwest. Lo scienziato delle valanghe Ian McCammon (comunicazione personale 2025) ha affermato: «Penso che la scienza della neve si adatti meglio al modello di Kuhn di "sviluppo per accumulazione" piuttosto che alla rivoluzione episodica». LaChapelle (2005) ha scritto in *The Ascending Spiral*: «Piuttosto che vedere la nostra padronanza della scienza della neve e delle valanghe e il processo decisionale come una progressione lineare, la vedo come le stesse questioni e idee che si ripropongono più e più volte, ma ogni volta a un livello più sofisticato e tecnicamente avanzato: da qui la spirale ascendente».

Quando ho chiesto ai professionisti del settore valanghe negli Stati Uniti quali fossero **i cambiamenti paradigmatici nella scienza delle valanghe**, il punto di convergenza principale riguardava la nostra comprensione del distacco delle valanghe (ad es. Gaume 2025). Una svolta rivoluzionaria per la prevenzione delle valanghe? Forse. Latosuo (comunicazione personale 2025) ha affermato: «Trovo che i professionisti nel mondo delle valanghe siano sempre alla ricerca di soluzioni nuove e migliorate da mettere in atto (siamo tutti persone d'azione!), ma spesso si lasciano prendere dall'entusiasmo e applicano prototipi concettuali prima che il processo di revisione scientifica o il controllo di qualità abbia fatto la sua parte». Ad esempio, la comunità delle valanghe si è aggrappata alle trappole euristiche (McCammon 2004), invece che agli strumenti decisionali come suggerito da McCammon.

Forse la scienza delle valanghe è pronta per un **vero e proprio cambiamento di paradigma**, magari verso un controllo delle valanghe basato sull'intelligenza artificiale e perfezionato dal cervello umano, oppure verso un ritorno alle conoscenze tradizionali sulle valanghe che esistono da quando l'uomo ha iniziato a vivere in montagna.

## DISTINZIONI NELLA SCIENZA

La scienza delle valanghe rientra sia nelle **scienze naturali (fisiche)** sia nelle **scienze umane (sociali)**. La maggior parte della ricerca sulle valanghe è stata condotta nell'ambito delle scienze naturali (Haegeli et al. 2023). Ciò è probabilmente dovuto al fatto che le scienze naturali consentono misurazioni più semplici: misurare l'inclinazione del pendio, inserire un termometro, contare le valanghe, ecc. Le scienze umane sono più difficili da misurare e da tradurre in conclusioni ripetibili. Ad esempio, come si fa a misurare in modo oggettivo la decisione di un gruppo di sciare o meno su un pendio? Come ha affermato Birkeland (comunicazione personale 2025), «Per prendere buone decisioni in ambiente fuoripista dobbiamo

## Principi del pensiero scientifico comuni alla scienza e alla prevenzione delle valanghe

- 1) Utilizzare un metodo (sistema)
- 2) Utilizzare le prove
- 3) Sforzarsi di essere obiettivi
- 4) La curiosità porta alla saggezza
- 5) Non conosci la verità (ipotesi)
- 6) Falsifica (la neve stabile)
- 7) Accetta l'incertezza
- 8) Abbi fiducia nella scienza (ma verifica le previsioni)
- 9) Cambia idea
- 10) Collabora
- 11) Ripeti
- 12) Condividi i risultati

sia comprendere i processi fisici in atto, sia capire come le persone elaborano quei dati per giungere a delle decisioni».

**Probabilmente le scienze umane sono oggi più importanti che mai.** Ad esempio, sappiamo che il clima sta cambiando, ma non siamo in grado di spingere le persone ad agire. Allo stesso modo, disponiamo di una vasta conoscenza delle scienze naturali relative alle valanghe – come si formano e si staccano, ecc. – ma

Tab. 2 Ogni aspetto del metodo scientifico è applicabile alla prevenzione delle valanghe (Stock 1985, Elder e Birkeland 1994).

abbiamo bisogno di una maggiore scienza delle valanghe dal punto di vista umano, in modo che gli sciatori possano applicare meglio le scienze naturali esistenti per prendere decisioni migliori. Ad esempio, alcuni studi hanno dimostrato che l'attrezzatura di soccorso in caso di valanga salva vite umane; tuttavia, non tutti ne dispongono, e sono necessari ulteriori studi per capire perché. Analogamente alla distinzione tra naturale e umano, la scienza delle valanghe può essere sia **quantitativa** (numerica, oggettiva, statistica, più vicina alle scienze naturali) sia **qualitativa** (non numerica, soggettiva, basata su temi piuttosto che su statistiche, più vicina alle scienze umane). La scienziata specializzata in valanghe Eeva Latosuo (comunicazione personale 2025) ha affermato: "La ricerca qualitativa continua a essere considerata meno importante. Ciò potrebbe essere dovuto al fatto che è più apertamente soggettiva e non sempre si adatta al modello tradizionale di come viene fatta la scienza". McNeil afferma: "Una combinazione di tecniche di ricerca produce i migliori risultati e ci fornisce la massima comprensione del comportamento umano". Una terza distinzione riguarda **l'origine delle conoscenze sulle valanghe: esse provengono dagli studiosi del**

**fenomeno o dai professionisti del settore.** Gli studiosi seguono il metodo scientifico e sono sottoposti al vaglio della cultura scientifica. Possono raccogliere dati sul campo prima di analizzarli in laboratorio, oppure possono non recarsi affatto sul campo. I professionisti, invece, acquisiscono conoscenze attraverso il metodo tradizionale dell'esperienza. Entrambi i modi di acquisire conoscenze sono importanti e complementari. Da qui il sottotitolo dell'International Snow Science Workshop: "una fusione di teoria e pratica". Il consulente in materia di valanghe Dave Richards ha affermato: "Ogni buon professionista o scienziato non dovrebbe essere sempre curioso? E non potremmo soddisfare quella curiosità essendo un po' entrambi?" McNeil ha aggiunto: "Abbiamo bisogno dei professionisti per aiutare a guidare i ricercatori".

## PENSIERO SCIENTIFICO ED EVITARE LE VALANGHE

Pur non facendo scienza, gli sciatori esperti di fuoripista e i professionisti delle valanghe applicano il pensiero scientifico per evitare le valanghe. Questa sorprendente quantità di punti in comune è dovuta al



fatto che sia la scienza che le valanghe sono incerte e trattano entrambe problemi astratti che non si possono toccare con mano. I principi del pensiero scientifico in questo articolo ampliano quelli di Carpenter (2022), Grant (2021) e Salovey (2018), tra cui essere curiosi, utilizzare le prove e cambiare idea.

## 1. Usa un metodo

Sia la scienza sia la prevenzione delle valanghe utilizzano un metodo (sistema). In questo contesto, metodo e sistema hanno una definizione simile: l'utilizzo di una serie di principi per raggiungere un obiettivo. La scienza si basa sul **metodo scientifico**, un processo che è stato perfezionato nel corso di centinaia di anni e che è ancora oggetto di dibattito e perfezionamento. Sebbene non esista un unico "metodo scientifico" universalmente accettato, di seguito sono riportate le sue idee principali (Stock 1985). Il metodo scientifico prevede la formulazione di una domanda su un argomento, solitamente ispirata da qualcosa osservato sul campo. Lo scienziato sviluppa quindi un'ipotesi che può essere verificata. Un'ipotesi è una potenziale spiegazione basata su prove limitate come punto di partenza per ulteriori indagini. Lo scienziato raccoglie quindi prove effettuando osservazioni e test su tale ipotesi. È possibile trarre conclusioni analizzando i dati. Con un numero sufficiente di conclusioni, può evolversi una teoria, ovvero un principio accettato per spiegare un fenomeno. Il metodo scientifico non è lineare, ma più caotico, con fasi che si sovrappongono e si alternano.

Proprio come gli scienziati affidabili che utilizzano il metodo scientifico, gli utenti esperti del fuoripista applicano un **sistema di prevenzione degli incidenti in valanga** (Stock 2024). Un sistema consente agli addetti alla prevenzione delle valanghe di operare giorno dopo giorno in un ambiente ad alto rischio con un numero relativamente basso di incidenti. Come per il metodo scientifico, non esiste un unico sistema di prevenzione degli incidenti in valanga universalmente accettato, ma esso include alcune varianti come quelle elencate in tabella.

## Un esempio di sistema (metodo) di prevenzione degli incidenti in valanga

**Pianifica la tua escursione:** ad esempio, determina il pericolo di valanghe, i problemi e il terreno da evitare.

**Osserva le condizioni:** ad esempio, osserva le condizioni meteorologiche, il manto nevoso e i compagni, e testa il manto nevoso.

**Prevedi i margini di sicurezza:** ad esempio, mantieni le distanze, fermati in una zona sicura, ecc.

**Comunica durante le soste nelle zone sicure:** ad esempio, parla con franchezza, ascolta tutti, rispetta le opinioni contrarie, ecc.

**Fai un debriefing:** ad esempio, quali errori ho commesso? Come posso fare meglio la prossima volta?

## 2. Usare le prove

Le **prove** sono l'insieme delle informazioni disponibili che indicano se una convinzione è valida. Sono la base per trarre conclusioni sia nella scienza sia nella sicurezza nel campo delle valanghe. L'uso delle prove piuttosto che del dogma, dell'opinione popolare o della tradizione è ciò che distingue la scienza dalla pseudoscienza e dalla religione (Stock 1985).

La **raccolta di prove** per uno studio scientifico **spazia** dall'osservazione dei fenomeni così come si presentano in natura, agli esperimenti formali (test). Ad esempio, uno psicologo può utilizzare dispositivi GPS per tracciare gli sciatori e osservarne le decisioni. Oppure uno scienziato della neve può utilizzare un laboratorio a bassa temperatura per testare i cambiamenti dei cristalli. In entrambi gli esempi si tratta di raccogliere tutte le prove, e non solo quelle che supportano le proprie convinzioni.

**Raccogliere prove da più fonti** (triangolazione) e far sì che tali risultati convergano e si sostengano a vicenda, rafforza i risultati della ricerca e li rende più affidabili e meno distorti. Quando si è nello sci fuoripista, raccogliere più elementi di valutazione consente di prendere decisioni più obiettive in materia di valanghe. Prima di uscire a sciare, raccogliamo informazioni sulle condizioni — manto nevoso, meteo, presenza di altre persone — e poi scegliamo i terreni più sicuri da percorrere. Una volta in fuoripista, continuiamo a raccogliere informazioni sulle condizioni. Quando diversi elementi di valutazione convergono — ad esempio, le previsioni valanghe e le osservazioni sul campo — le conclusioni risultano più solide.

Le decisioni basate su prove e dati sono l'ideale, ma vanno contro la nostra **cultura**, i nostri **valori** e le nostre **convinzioni**. Ad esempio, gran parte della nazione (U.S.A.

Tab. 3 La raccolta di prove è la base per trarre conclusioni nella scienza e nella sicurezza valanghe.

| Prove scientifiche                 | Prove relative al manto nevoso                                                                        | Prove meteorologiche                                                                                                                | Prove relative alle persone                                                                                                                         |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Osservazioni<br>Test (esperimenti) | Segnali di allarme sul manto nevoso<br><br>Test sul manto nevoso<br><br>Osservazioni sul manto nevoso | Stazioni meteorologiche<br><br>Previsioni meteorologiche<br><br>Osservazioni meteorologiche<br><br>Segnali di allerta meteorologici | Dimensione del team<br><br>Addestramento sulle valanghe<br><br>Salute adeguata<br><br>Obiettivi simili<br><br>Rimanere uniti<br><br>Ascoltare tutti |



NdT) sostiene un'amministrazione che è anti-scienza e seleziona prove contro la vaccinazione, il ruolo degli esseri umani nel cambiamento climatico, ecc. Allo stesso modo, quando si scia fuori pista, potremmo notare segnali di pericolo che indicano che la neve potrebbe provocare una valanga, ma se diamo valore allo sciare in terreni a rischio valanghe, potremmo selezionare le prove e ignorare quei segnali di pericolo.

Il nostro disinteresse per le prove e la scienza potrebbe derivare dal fatto che il cervello umano non ragiona in termini di dati, ma di storie (Aschwanden 2024). Gli **aneddoti** - brevi racconti - sono concreti, comprensibili e rappresentano il modo in cui abbiamo imparato storicamente e continuiamo a imparare. Le storie di persone che rispettiamo, come i mentori esperti di valanghe, possono insegnarci lezioni pre-

Tab. 4 Sia la scienza sia la sicurezza in caso di valanghe hanno stabilito metodi per ridurre i bias.

ziose che non dimentichiamo, ma vanno usate con cautela. Gli aneddoti sono singole prove, non un consenso. Ignorano la legge dei grandi numeri e il ritorno alla media (Ahn 2022).

*“Quando ci troviamo in una situazione in cui non vediamo valanghe né assistiamo a distacchi provocati, ci troviamo in un ambiente povero di dati. Ecco perché penso che sia così importante scavare!” - Karl Birkeland (comunicazione personale, 2025).*

3. Cercare di essere obiettivi

La scienza dovrebbe essere il più obiettiva possibile, in modo da rappresentare le prove e migliorare la nostra conoscenza. Dovremmo cercare di ottenere prove oggettive. Il problema è che la scienza è fatta da esseri umani, e **gli esseri umani sono di parte**. Ad esempio, gli scienziati lavorano sodo e vogliono trovare risposte interessanti alle loro domande, quindi potrebbero tralasciare i risultati che non portano a conclusioni interessanti. I finanziamenti provenienti dall'industria privata possono influenzare gli scienziati, come nel caso dell'industria del tabacco che nega il cancro o dell'industria petrolifera che nega il cambiamento climatico. A influenzare ulteriormente la scienza sono il paradigma e la cultura in cui gli scienziati operano, come l'ignorare le conoscenze tradizionali sulle valanghe che potrebbero accettare il destino a favore del controllo della natura (ad esempio, i sistemi di controllo remoto delle valanghe).

Una nota fonte di parzialità nella scienza

delle valanghe è la **mancanza di diversità**; il settore è dominato da uomini bianchi (Mannberg e altri 2025). Ad esempio, il comitato dell'ISSW 2024 era composto esclusivamente da uomini nel campo delle scienze fisiche. La diversità nella scienza apporta una varietà di punti di vista e una maggiore forza epistemica (Oreskes 2019).

**Per ridurre i bias e garantire una maggiore obiettività**, la scienza impone una struttura rigorosa di autocontrollo che permea il metodo e la cultura scientifica. Ad esempio, la statistica, se utilizzata in modo obiettivo, contribuisce a evidenziare la relazione tra le variabili e fornisce un grado di validità alle prove (ad esempio, il valore p). Prima della pubblicazione, gli studi sono sottoposti a una revisione informale tra pari durante le conferenze e negli atti congressuali. Quando vengono presentati per la pubblicazione, una rivista sottoposta a revisione tra pari invia una bozza a una selezione di revisori esperti che aiutano a identificare potenziali carenze. Inoltre, i metodi di studio sono spiegati nella pubblicazione in modo che altri possano assicurarsi che sia stato utilizzato il metodo scientifico.

Proprio come la scienza, **lo sci alpinismo è pieno di occasioni in cui possono insorgere bias**: bias di conferma, bias di ancoraggio, bias dei costi irrecuperabili e tutti gli altri pregiudizi/distorsioni noti. In quanto esseri umani emotivi, che amano sciare su terreni a rischio valanghe, siamo particolarmente inclini ai bias. Le prove possono indicarci che il manto nevoso è instabile, ma tali prove vengono messe da parte dal nostro desiderio di sciare sulla neve fresca in terreni a rischio valanghe. Inoltre, la neve premia le decisioni sbagliate perché i pendii di solito non provocano valanghe, anche in condizioni di elevato rischio valanghe, quindi impariamo le lezioni sbagliate, il che aumenta i nostri bias e ci rende meno obiettivi. Poiché la semplice consapevolezza dei nostri bias non aiuta, i professionisti delle valanghe mettono in atto sistemi per ridurre le distorsioni, come la scelta di buoni compagni, la pianificazione del viaggio durante la riunione con la guida, il rallentamento e la raccolta di dati.

| Metodi per ridurre il bias nella scienza                      | Metodi per ridurre il bias nelle decisioni relative alle valanghe |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Metodo scientifico                                            | Riunione mattutina/piano di viaggio                               |
| Diversità                                                     | Comunicazione sincera nei punti critici di decisione              |
| Procedure standardizzate                                      | Raccolta di prove sul campo                                       |
| Metodi e dati trasparenti                                     | Debriefing                                                        |
| Gruppi di controllo                                           |                                                                   |
| Scelta casuale dei soggetti dell'esperimento                  |                                                                   |
| Revisione tra pari durante i convegni                         |                                                                   |
| Pubblicazioni a più autori                                    |                                                                   |
| Revisione tra pari prima della pubblicazione Studi di replica |                                                                   |
| Statistiche (ad es. p-value, statistica bayesiana)            |                                                                   |

La difficile dicotomia quando si cerca l'obiettività è che l'**opinione è necessaria**. Un buon articolo scientifico si conclude con lo scienziato che specula sul significato dei risultati e fornisce suggerimenti per ulteriori ricerche. Quando si scia fuori pista, **i membri devono dare la loro opinione per contribuire al lavoro di squadra**.

#### 4. La curiosità porta alla saggezza

**La curiosità guida il processo scientifico.** Gli scienziati abbracciano la curiosità ponendosi costantemente domande, imparando per tutta la vita e cambiando le loro opinioni alla luce di solide prove empiriche (Aschwanden 2024).

Gli scienziati sono inoltre **scettici** nei confronti di affermazioni che potrebbero mancare di prove empiriche. Vogliono comprendere la scienza in prima persona. Come afferma Karl Birkeland (comunicazione personale, 2024): «Se qualcuno dice che è stabile, siate scettici!». Questo scetticismo può dare l'impressione che gli scienziati siano arroganti, ma spesso si tratta semplicemente di curiosità. D'altra parte, sviluppare una mancanza di scetticismo – una mente aperta e ricettiva alle nuove idee e alle possibili soluzioni – migliorerà anche il tuo apprendimento. *“Se sei scettico, sii scettico nei confronti delle tue stesse ipotesi”* (Stock 1985).

Come per essere un buon scienziato, essere bravi a evitare le valanghe richiede un desiderio costante di scoprire cose nuove. L'incertezza intrinseca, la complessità e lo scarso feedback delle valanghe richiedono una curiosità incessante per raggiungere la **saggezza** e la **padronanza** delle valanghe, il livello più alto di comprensione (Hutchinson 2024). 10.000 ore di esperienza servono a poco senza curiosità.

Decenni fa, l'esperto di valanghe Rod Newcomb mi ha dimostrato come la curiosità porti alla saggezza quando ha detto: «È una buona domanda. Non lo so. Vediamo cosa dice l'*Avalanche Handbook* (McClung 2023)». Poi, sul campo, ha detto: «Mettiamo una carica esplosiva su questo pendio e vediamo cosa succede».



La natura complessa e poco chiara delle condizioni valanghe può portare a una pericolosa **arroganza epistemica** (orgoglio intellettuale). Chi ha molta esperienza nel fuoripista può credere di sapere più di quanto non sappia in realtà sulle valanghe. L'arroganza epistemica e lo scetticismo potrebbero, inoltre, limitare lo sviluppo di nuove idee in un campo che ha un potenziale enorme. Il mondo delle valanghe ha bisogno di curiosità, pensatori anticonformisti, idee innovative e apertura verso tali idee.

#### 5. Non conosci la verità (formula ipotesi)

La scienza riconosce che la nostra conoscenza è limitata. Con ogni studio gli scienziati si avvicinano alla verità, ma emergono altre domande. Il concetto secondo cui non conosciamo la verità è stato formulato dal filosofo austriaco **Karl Popper** (2002). Popper sosteneva che nessun numero di avvistamenti di cigni bianchi può dimostrare che tutti i cigni sono bianchi, perché l'avvistamento di un solo cigno nero confuterebbe tale ipotesi. In altre parole,

non è possibile dimostrare che un'ipotesi o una teoria sia vera perché non è possibile esaminare tutto. Ma è possibile dimostrare che sia falsa (vedi Tab. 4).

**Non conosciamo nemmeno la verità sulla neve.** Possiamo testarla per tutto il giorno. A volte i dati dimostreranno chiaramente che è stabile: siamo abbastanza sicuri che non si verificherà una valanga. Ma poiché non abbiamo testato tutta il manto nevoso, non possiamo esserne certi al 100%. **Il trucco sta nel riconoscere questa incertezza intrinseca** ed esprimersi in termini incerti: «*I test suggeriscono che il manto nevoso non provocherà valanghe*».

Considera la tua visione delle condizioni valanghive come un'ipotesi (Grant 2021). Ricorda: **un'ipotesi è una spiegazione basata su prove limitate come punto di partenza per ulteriori indagini.** **La previsione valanghe è un'ipotesi sulle condizioni che usi per costruire la tua ipotesi sulle condizioni** (Carpenter 2022). Trattando le tue opinioni come ipotesi e riconoscendo di non conoscere la verità, è più facile cambiare rotta alla luce di nuove informazioni.

*“La scienza è ciò che facciamo per evitare di mentire a noi stessi”* – Richard Feynman, fisico vincitore del Premio Nobel.

## 6. Falsificare la neve stabile

Popper (2002) ha anche introdotto il concetto di falsificazione. Per essere vera scienza, **un'ipotesi o una teoria deve essere falsificabile**, il che significa che può essere dimostrata falsa, e quindi l'idea può essere abbandonata. La teoria secondo cui tutti i cigni sono bianchi è falsificabile perché se ne troviamo uno nero possiamo falsificare quella teoria e abbandonarla.

La capacità di falsificare un'idea è un'altra differenza — come raccogliere prove piuttosto che selezionarle — tra la vera scienza e la pseudoscienza. Ciò garantisce che la conoscenza si basi su prove empiriche (misurate) piuttosto che su credenze. Se non c'è modo di dimostrare che qualcosa

è falso, allora non può essere verificato scientificamente.

**Cercare di smentire l'idea che la neve sia stabile è un atteggiamento mentale fondamentale per evitare le valanghe.** Dovremmo sempre cercare la neve instabile nel tentativo di confutare la nostra convinzione che la neve sia stabile. Supponiamo che, durante la pianificazione dell'escursione, pensiamo che il pericolo di valanghe sia 1 - debole: la neve è stabile e non si formeranno valanghe. Poi, sul campo, vediamo segni di neve stabile: nessuna valanga recente, nessun whoom (rumori di assestamento). È facile trovare prove di neve stabile con l'aiuto del **bias di conferma**<sup>1</sup>. E questo modo di pensare ha causato la morte di molti sciatori. Piuttosto, prima di avventurarsi su un terreno valanghivo, è saggio cercare la neve instabile - scavando, sondando, osservando - nel tentativo di confutare l'ipotesi della neve stabile. Non conosciamo la verità sulla stabilità della neve e sbagliare potrebbe essere fatale.

## 7. Abbracciare l'incertezza

**L'incertezza guida la scienza** e ci permette di fidarci di essa. Questa incertezza è insita nella scienza perché è fatta da esseri umani su argomenti complessi (Kampourakis e McCain 2020). Gli scienziati riconoscono di non sapere tutto e che il loro compito è proprio quello di scoprire ciò che non sanno. Anche nelle conclusioni, l'incertezza rimane. Le teorie, come quella della gravità, presentano incertezze e sono pronte ad essere aggiornate alla luce di nuove prove. Queste lacune nella nostra

conoscenza, che si tratti della conclusione di uno studio o di una teoria consolidata, sono il punto di partenza per nuove ricerche. È proprio questo abbracciare l'incertezza e l'autocorrezione che rende la scienza così potente.

Il problema è che **l'incertezza può essere interpretata erroneamente dall'opinione pubblica** come un pretesto per screditare la scienza, con conseguenze talvolta catastrofiche. Ad esempio, di fronte all'incertezza in tempo reale legata al COVID-19, molti americani hanno screditato la scienza: gli Stati Uniti rappresentano il 4% della popolazione mondiale, eppure hanno registrato il 20% dei decessi globali (Oreskes 2021). Il consenso scientifico afferma che gli esseri umani stanno causando il cambiamento climatico e che possiamo agire ora per aiutare a salvare l'umanità, eppure solo il 36% degli americani se ne preoccupa molto (Kampourakis e McCain 2020). Attualmente ci troviamo di fronte a una situazione simile con i vaccini.

La nostra difficoltà con l'incertezza potrebbe derivare dal fatto che **le persone ragionano in termini di certezze, non di incertezze**. Come esseri umani, otteniamo informazioni sufficienti e prendiamo una decisione, migliaia di decisioni ogni giorno, con sicurezza. L'incertezza residua esiste sempre, ma non possiamo passare la vita a riflettere sull'incertezza, altrimenti non ci alzeremmo mai dal letto. Inoltre, a scuola impariamo che le cose sono bianche o nere e che c'è sempre una risposta corretta e migliore a qualsiasi domanda (Kampourakis e McCain 2020). Il

### Alcune tecniche per accettare l'incertezza nel fuoripista.

- 1) Riconoscere che i problemi persistenti legati alle valanghe sono incerti, inaffidabili e da evitare.
- 2) Abituarsi a dire: «Non lo so».
- 3) Aggiungere margini di sicurezza — distanziarsi, fermarsi in una zona sicura, andare altrove, ecc. — per tenere conto dell'incertezza.
- 4) Inserire indicazioni relative all'incertezza nelle previsioni valanghe, in modo che gli utenti siano più consapevoli dell'incertezza intrinseca e del livello attuale di incertezza (Latosuo et al. 2024).

<sup>1</sup> - Il bias di conferma o pregiudizio di conferma è un bias cognitivo secondo il quale le persone tendono a rimanere ancorate all'ambito delimitato dalle loro convinzioni acquisite, tenendo di ricondurre a tale ambito qualsiasi situazione si trovino a sperimentare. Ovvero viene dato credito solo alle informazioni che sostengono le opinioni cui si è ancorati, ignorando quelle contrarie o sostenendo che la prova contraria sia falsa, oppure, in caso di ambiguità optando per la soluzione che sostiene la teoria prescelta. Tale bias di conferma non può essere eliminato ma solamente gestito mediante l'educazione e la formazione al pensiero critico [N.d.T.].

risultato è che, negli Stati Uniti, mostrare sicurezza di fronte all'incertezza ti porterà più lontano della competenza, probabilmente il più lontano possibile.

In un certo senso, **gli sciatori fuoripista hanno abbracciato l'incertezza**. Come sarà la neve oggi? Cosa c'è dall'altra parte del passo? D'altra parte, gli sciatori devono impegnarsi ad accettare l'incertezza delle valanghe. La neve appare, bianca e soffice, e premia le decisioni sbagliate con l'assenza di valanghe e l'euforia di sciare sulla neve fresca in pendii ripidi.

Accettare l'incertezza ed esprimerla in un terreno valanghivo richiede umiltà e vera fiducia in sé stessi. Alcuni ci riescono meglio di altri. Ci vuole impegno, ma accettare l'incertezza lascia spazio alla curiosità e porta alla padronanza sulle valanghe.

## 8. Fidati della scienza, ma verifica le previsioni

**Se la scienza è sempre incerta, perché dovremmo fidarci di essa?** Dovremmo fidarci della scienza perché è fatta da esperti (Oreskes 2021). Proprio come gli elettricisti sono esperti nell'installare l'impianto elettrico di casa tua e i piloti commerciali sono esperti nel pilotare i jet. Prenderesti mai la cloche da un pilota e piloteresti tu un aereo pieno di persone basandoti solo sulle tue convinzioni? Scartare la scienza in favore delle convinzioni è forse il più grande fattore umano. Uno che mette a rischio l'umanità, non solo un singolo sciatore.

**Dovremmo fidarci della scienza in particolare quando c'è un consenso scientifico** (Oreskes 2021, Kampourakis e McCain 2020, Aschwanden 2024). Il consenso nella scienza bilancia i pregiudizi. Ad esempio, il consenso derivante da un articolo di revisione su un argomento basato su 30 studi individuali, o da un gruppo di esperti (ad esempio il Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici). Se le prove sono sufficienti, sarebbe irrazionale non accettarle. Nota: il tema del consenso nel processo decisionale relativo alle valanghe necessita di un ulteriore approfondimento.

**Quando si raggiunge un consenso scientifico, si parla di teoria o di**



**scienza consolidata.** Il riscaldamento globale è una scienza consolidata: è misurato e indiscutibile. Meno consolidato, con maggiore incertezza, ma pur sempre oggetto di consenso scientifico, è il fatto che gli esseri umani stiano causando il cambiamento climatico. Dovremmo ignorare il consenso scientifico a causa di questa incertezza e non fare nulla per ridurre le emissioni prodotte dall'uomo? No, la posta in gioco è troppo alta per non fidarsi degli esperti; mettiamo a rischio l'umanità. Questo segue un principio noto come **Scommessa di Pascal**, che consiste nel considerare la posta in gioco dell'errore in una decisione basata sul rischio.

La posta in gioco dell'errore quando si prendono **decisioni relative alle valanghe** è alta. Se le prove che stai raccogliendo sul campo indicano che la neve potrebbe provocare una valanga, pecca per eccesso di cautela e allontanati perché potresti morire. Allo stesso modo, se sei uno sciatore fuoripista attivo e sei sicuro al 99,9% che un pendio non provocherà una valanga, è saggio considerare la posta in gioco dell'errore e allontanarsi. **L'incertezza esiste, ma la posta in gioco è alta.**

Come gli scienziati, dovremmo **fidarci dei previsori valanghe** perché è il loro lavoro, lo svolgono bene ed è questa l'opinione comune. Quando il livello di pericolo previsto è «3 - Marcato», è pru-

dente evitare terreni complessi, anche se le nostre osservazioni indicano un pericolo «2 - Moderato» o «1 - Debole», poiché le conseguenze di un errore sono troppo gravi. D'altra parte, non vogliamo rimanere ancorati a un livello di pericolo previsto «1 - Debole» quando le osservazioni indicano un pericolo «2 - Moderato» o «3 - Marcato» (Costa 2021).

Quando si utilizza la previsione, **"dovremmo fidarci ma verificare"**. L'ex presidente Ronald Reagan rese famoso il proverbio russo ripetendolo al presidente russo Mikhail Gorbachev durante i colloqui sul disarmo nucleare. Poiché il nostro obiettivo di non rimanere travolti da una valanga è prioritario, dovremmo fidarci della previsione, ma verificarla con le nostre osservazioni. Così come non possiamo campionare ogni cigno per dimostrare che sono tutti bianchi, i previsori valanghe non possono campionare tutta il manto nevoso per dimostrare il livello di pericolo previsto. E anche se i previsori valanghe potessero campionare tutta il manto nevoso, questo sarebbe cambiato nel momento in cui ci si reca sul posto. Ciò sembra analogo al principio di indeterminazione di Heisenberg: è impossibile conoscere contemporaneamente sia la posizione che la quantità di moto di una particella con precisione perfetta.

## 9. Cambia idea

I bravi scienziati non si aggrappano alle proprie idee. Le idee cambiano man mano che raccolgono nuove prove, approfondiscono le loro conoscenze e si avvicinano alla verità. Lo psicologo **Daniel Kahneman** era famoso per la sua capacità di cambiare idea (Nesterak 2024): «*Mi fa piacere aver sbagliato, perché significa che ora sbaglio meno di prima*». Uno scienziato che si rifiuta di cambiare idea di fronte alle prove è destinato al bias di conferma o al bias di desiderabilità.

Sul **territorio aperto**, cambiare idea alla luce di nuove prove è importante per prendere decisioni corrette. Senza ripensare alla luce di nuove prove, si rimane ancorati a un'idea errata e si va incontro a un incidente.

**L'aggiornamento bayesiano** è un concetto importante per rivedere le proprie convinzioni alla luce di nuove prove, sia come metodo statistico in ambito scientifico sia come quadro decisionale in terreni valanghivi. A differenza della statistica

frequentista, che produce conclusioni più binarie (come un valore  $p$  che indica se un risultato è significativo o meno), i metodi bayesiani combinano le conoscenze pregresse con i nuovi dati per esprimere l'incertezza come grado di convinzione.

Il **pensiero bayesiano** è un approccio mentale importante per gestire l'incertezza quando si tratta di evitare le valanghe. Ad esempio, nel decidere se sciare su un pendio. Supponiamo che la tua convinzione iniziale che la neve possa provocare una valanga sia pari a 1 su 10.000, il che rientra nella tua tolleranza al rischio accettabile. Tuttavia, in prossimità della cima del pendio, un sondaggio con il bastoncino da sci rileva uno strato debole. Dopo aver aggiornato la tua convinzione a priori con questa nuova evidenza, la tua probabilità stimata che si verifichi una valanga scende a 1 su 100, un valore che non rientra nella tua tolleranza al rischio accettabile per sciare su quel pendio. Il problema è che **ci aggrappiamo con forza alle nostre convinzioni e opinioni**. Acquistiamo volentieri nuovi

sci ogni anno, ma cambiare idea su un obiettivo solo perché abbiamo notato un segnale di allarme? Non è così facile. Essere in grado di cambiare idea dimostra umiltà, sicurezza e una mentalità scientifica.

## 10. Collaborare

**Gli scienziati di solito lavorano insieme.** Il numero medio di autori di articoli scientifici sottoposti a revisione tra pari è 4,4. A volte vengono elencati più autori semplicemente per dimostrare la produttività accademica nella cultura del mondo accademico dove vale il "*pubblica o perisci*". Anche i singoli autori si basano sul lavoro precedente di altri, come indicato nei riferimenti. Ad esempio, l'articolo di Gaume (2025) sul dibattito tra il distacco da taglio e quello anticrack in The Avalanche Review — non sottoposto a revisione tra pari — menziona numerosi colleghi che hanno contribuito. Gaume è uno dei sette autori di un articolo sottoposto a revisione tra pari su un argomento simile (Bobillier et al. 2025).

Come in ambito scientifico, i **compagni** di escursione che **collaborano in squadra** prendono decisioni migliori rispetto a uno sciatore che agisce da solo. Gli sciatori solitari rappresentano un quinto delle vittime di valanghe (McCammon e McNeil 2024). Collaborare con franchezza nei momenti decisivi permette di sfruttare la forza collettiva del gruppo per controbilanciare i pregiudizi e garantire decisioni più obiettive.

## 11. Iterare

**La scienza è un ciclo che si autoalimenta**, in cui la risposta a una domanda porta ad altre domande. Uno scienziato può concludere uno studio con una risposta alla domanda iniziale, ma nel frattempo sorgono altre domande, proprio come quando ci si trova in cima a una vetta e se ne vedono altre cinque che ora si vorrebbero sciare. Questo spinge gli scienziati curiosi e appassionati a dedicarsi a sempre più ricerche, nonostante gli orari lunghi e la scarsa retribuzione.

Come la scienza, **anche il processo di prevenzione delle valanghe è ite-**

### Alcuni modi per aiutarti a cambiare idea.

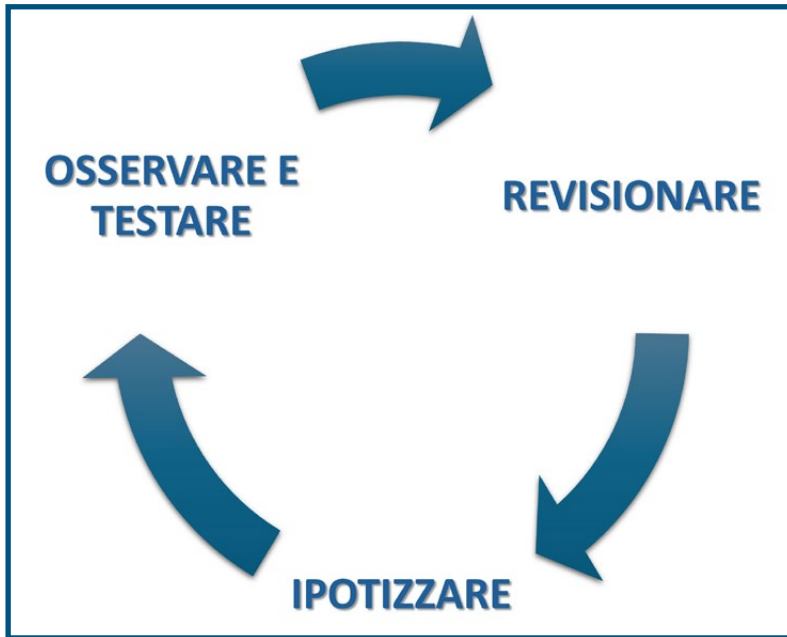
**1) Sii ciò che apprezzi, non ciò in cui credi.** Grant (2021) scrive: "*I valori sono i tuoi principi fondamentali nella vita: possono essere l'eccellenza e la generosità, la libertà e l'equità, oppure la sicurezza e l'integrità. Basare la tua identità su questo tipo di principi ti permette di mantenere una mente aperta sui modi migliori per promuoverli*".

**2) Crea un ambiente psicologicamente sicuro.** Consenti ai tuoi partner di esprimere idee, domande, preoccupazioni o errori, sapendo che non saranno puniti o umiliati (Edmondson e Scott 2022). Un ambiente psicologicamente sicuro non significa essere accomodanti e mettere le persone a proprio agio, ma piuttosto essere sinceri e accettare il disagio.

**3) Fallire con intelligenza.** Le persone possono considerare il cambiare idea come un fallimento, ma il fallimento è uno spettro che va dal biasimevole, come quando si viola una prassi prestabilita, al lodevole, come nel caso della sperimentazione (Edmondson 2023). Cambiare idea e tornare indietro prima di raggiungere la vetta a causa di un brutto presentimento sulle condizioni valanghe è un fallimento (una decisione) lodevole e intelligente.

**4) Riformulate l'errore come una vittoria.** Fate come Kahneman (Nesterak 2024) e rendetevi conto che ogni volta che sbagliate, è un'occasione per imparare qualcosa di nuovo e avvicinarvi alla verità.

**5) Evita il pregiudizio binario.** Quando pensiamo velocemente, semplifichiamo per evitare la complessità, ma le cose raramente rientrano in due categorie (ad esempio, buono vs. cattivo, vero vs. falso). Rallentando possiamo considerare la gamma di possibilità (Kahneman 2011), rendendo più facile cambiare idea.



*Schema del ciclo iterativo: la scienza e la prevenzione delle valanghe sono processi iterativi.*

**rativo.** Si tratta di un ciclo ripetitivo che consiste nel formulare ipotesi sul manto nevoso, testare la neve e poi rivedere l'ipotesi sulla base delle nuove informazioni (LaChapelle 1980). Senza questo ciclo, si rimane ancorati alla propria impressione iniziale sulla neve, il che può rivelarsi fatale. Anche agli studenti dei corsi introduttivi sulle valanghe dovrebbe essere spiegato che il processo decisionale in materia di valanghe è un processo continuo. Fate attenzione allo sciatore il cui ciclo di verifica delle ipotesi si è arrestato.

## 12. Condividere i risultati

A meno che la scienza non sia proprietaria o segreta — ad esempio la ricetta della Coca Cola — dovrebbe essere condivisa con il pubblico e resa utile. La regola d'oro nella scienza è la condivisione in **articoli sottoposti a revisione tra pari**. Questi studi sono stati sottoposti a un rigoroso processo di revisione, in cui altri esperti del settore valutano il lavoro degli autori e accettano o rifiutano l'articolo. Se l'articolo viene accettato, viene pubblicato su una rivista scientifica affidabile, a cui altri scienziati possono fare riferimento e che possono citare. Alcuni studi scientifici sulle valanghe vengono pubblicati su riviste sottoposte a revisione tra pari come *Natural Hazards* o *Journal of Glaciology* (ad es.

LaChapelle 1980). Molti articoli scientifici si trovano nascosti in riviste che trattano argomenti diversi, come l'economia o la psicologia. Attualmente non esiste un punto di riferimento centrale per gli articoli scientifici sulle valanghe sottoposti a revisione tra pari. Abbiamo bisogno dello *Snow and Avalanche Journal*! Invece, la maggior parte della ricerca scientifica sulle valanghe raggiunge il pubblico attraverso presentazioni all'**International Snow Science Workshop**, accompagnate da una raccolta di articoli non sottoposti a revisione tra pari<sup>2</sup> negli atti della conferenza ([arc.lib.montana.edu/snow-science/](http://arc.lib.montana.edu/snow-science/)). Le

presentazioni e gli atti della conferenza sono un passo importante per la revisione tra pari, ma mancano della verifica degli articoli sottoposti a revisione tra pari. Sebbene la scienza delle valanghe sia importante, **è scollegata** dalla comunità pubblica delle valanghe. Gli articoli sono scritti in un formato scientifico formale - abstract, introduzione, metodi, risultati, discussione, conclusione - che è importante per il metodo scientifico, ma non scorrono come un articolo o un libro, e si perdono utili risultati di apprendimento (Hardesty 2024). Inoltre, gli scienziati scrivono spesso in terza persona, con la voce passiva, e usano un linguaggio specializzato, parole astratte e gergo - noto come "academese" - rendendo gli articoli ancora più difficili da leggere. Sebbene alcuni scienziati scrivano bene per il pubblico, molti articoli sulle valanghe rimangono inattivi, sepolti negli atti dell'ISSW o in riviste di campi apparentemente non correlati.

Un modo per avvicinare la scienza al grande pubblico consiste nel fatto che lo scienziato, o un giornalista, scriva sull'argomento utilizzando un linguaggio semplice, come si può vedere su siti quali [npr.org/sections/science](http://npr.org/sections/science) e [nytimes.com/section/science](http://nytimes.com/section/science) o [scientificamerican.com](http://scientificamerican.com). Ad esempio, l'articolo di Gaume (2025) pubblicato su "The Avalanche Review" sulle valanghe da super-shear è scritto in modo eccellente



<sup>2</sup> - Nella realtà dal 2009 gli abstracts e gli extended abstracts presentati all'International Snow Science Workshops (ISSW) subiscono un sommario processo di revisione tra pari che stabilisce, in maniera anonima ed autonoma, quali abstracts sono considerati degni di accoglienza e se diventeranno presentazioni pubbliche o posters indipendentemente dalla scelta indicata dagli autori. Certamente tale processo di revisione tra pari non è alla stregua di quello adottato dalle più blasonate riviste scientifiche [NdT].



per la comunità che si occupa di valanghe. Un altro esempio è *The Starting Zone* (2025 - <https://avalanche.pressbooks.pub/>) di Karl Birkeland, che mira a colmare il divario tra scienziati, professionisti e appassionati di attività ricreative. Utilizzando una combinazione di fonti, tra cui articoli scientifici, articoli in linguaggio semplice, presentazioni e passaparola, le informazioni fornite dagli scienziati possono raggiungere il grande pubblico ed essere accolte con favore. Infine, **condividi le tue osservazioni** con il servizio di previsione valanghe, i partner e i colleghi. Evita il gergo, le abbreviazioni e gli acronimi come BSH o "mitigare". Sia che tu parli o scriva, usa esempi concreti e parole complete. *"Non abbiamo visto segnali di allarme, ma abbiamo riscontrato una struttura precaria intorno ai cristalli sfaccettati di Capodanno in una trincea a 4.500 piedi"*. Ci vuole impegno per condividere i risultati in modo efficace, ma ne vale la pena se avete a cuore la comunità delle valanghe.

## SCIENZA E FORMAZIONE SULLE VALANGHE

Insegnare il pensiero scientifico agli studenti di valanghe non solo li aiuta a evitare le valanghe, ma contribuisce anche a una visione più ampia della comprensione e della fiducia nella scienza. Gli educatori in materia di valanghe possono insegnare

agli studenti che gran parte delle conoscenze sulle valanghe proviene dalla scienza, che la scienza si basa sul seguire un metodo e che alcuni aspetti del metodo scientifico (il pensiero scientifico) si applicano direttamente per evitare le valanghe.

## CONCLUSIONE

**Potremmo tornare all'epoca del Klondike** e avvalerci delle conoscenze sulle valanghe tramandate da millenni. Sappiamo che funzionano, a patto di

evitare il più possibile i terreni a rischio valanghe. Ma molti di noi vogliono la neve fresca proprio su quei terreni. Per sopravvivere, ci serve qualcosa di più delle conoscenze tradizionali. La scienza è la nostra risposta.

Usare la scienza nel nostro ARTVA e sapere quali strati del manto nevoso sono sospetti ci dà un vantaggio evidente. Meno ovvio è capire come funziona la scienza, perché dovremmo fidarci di essa e come possiamo usare il pensiero scientifico per prendere decisioni migliori in caso di valanghe. Ne vale la pena, però. Non solo per evitare le valanghe, ma per il quadro più ampio della nostra sopravvivenza come esseri umani sulla Terra.

## RINGRAZIAMENTI

Mille grazie per le revisioni e le discussioni, in particolare a: Eeva Latosuo, Bruce Jamieson, Dave Richards, Karl Birkeland, Kelly McNeil, Molly Stock e Roman Dial.

## BIOGRAFIA

Joe è una guida alpina IFMGA con sede ad Anchorage, in Alaska. È cresciuto con genitori scienziati e ha conseguito un master in Scienze dei bacini idrografici. Joe è autore del libro *\*The Avalanche Factor\**, disponibile su [stockalpine.com](http://stockalpine.com).

### Suggerimenti per l'insegnamento della scienza nei corsi sulle valanghe.

- 1) La scienza è un metodo per costruire la conoscenza.
- 2) Gran parte delle conoscenze che utilizziamo per evitare le valanghe ci sono state fornite dagli scienziati.
- 3) Il pensiero scientifico ci aiuta a evitare le valanghe:
  - 1) Utilizza un sistema (metodo) di prevenzione delle valanghe
  - 2) Utilizzate prove oggettive
  - 3) Cerca di essere obiettivo
  - 4) La curiosità sulle valanghe porta alla saggezza
  - 5) Formulate ipotesi su ciò che vedrete
  - 6) Falsare la neve stabile
  - 7) Accetta l'incertezza
  - 8) Fidati, ma verifica le previsioni
  - 9) Cambia idea
  - 10) Collabora con i tuoi compagni
  - 11) Evitare le valanghe è un processo iterativo (continuo)
  - 12) Condividi i risultati

\* Osservare i cristalli in una trincea non è scienza della neve, ma piuttosto è l'utilizzo delle conoscenze scientifiche per osservare la neve.

## BIBLIOGRAFIA

- ▶ Ahn, Woo-Kyoung. 2022. Thinking 101 .
- ▶ Aschwanden, Christie. 2024. Uncertain, Scientific American
- ▶ scientificamerican.com/podcast/science-talk/
- ▶ Berkeley, University of California. 2025. What Is Science?
- ▶ undsci.berkeley.edu/understanding-science-101/what-is-science/
- ▶ Bobillier, Grégoire; Trottet, Bertil; Bergfeld, Bastian; Simen-hois, Ron; van Herwijnen, Alec; Schweizer, Jürg; and Gaume, Johan. 2025. Supershear Crack Propagation in Snow Slab Avalanche Release: New Insights from Numerical Simulations and Field Measurements, Natural Hazards Earth System Sciences
- ▶ nhess.copernicus.org/articles/25/2215/2025/nhess-25-2215-2025.pdf
- ▶ Birkeland, Karl. 2024. The Starting Zone . thestartingzone-book.com
- ▶ Carpenter, Sarah. 2022. Observation Overload: How to Prioritize Data from Pits, Weather and Snowpack, Backcountry.
- ▶ Costa, Russ. 2021. Trust in Allah, But Tie Your Camel, drewhardesty.com . 16
- ▶ Edmondson, Amy C. 2023. Right Kind of Wrong: The Science of Failing Well
- ▶ Edmondson, Amy C and Scott, Kim. 2022. Follow these 4 steps to create psychological safety in your teams
- ▶ fastcompany.com/90814937/follow-these-4-steps-to-create-psychological-safety-in-your-teams
- ▶ Elder, Kelly and Birkeland, Karl. 1994. Snow Science, Necessary Instruments and the Scientific Method, The Avalanche Review 12:6.
- ▶ Gaume, Johan. 2025. Supershear Snow Slab Avalanches: Towards the End of the Shear Versus Anticrack Debate?, The Avalanche Review , 43:3.
- ▶ Grant, Adam. 2021. Think Again: The Power of Knowing What You Don't Know .
- ▶ Haegeli, Pascal; St. Clair, Anne; McNeil, Kelly; Mannberg, Andrea; and Hetland, Audun. 2023. Reflections on How to Improve the Contribution of Social Science Research to Avalanche Safety Practices, Proceedings of the International Snow Science Workshop.
- ▶ Hardesty, Drew. 2024. Meditation #60, Why Are Scientists Such Poor Messengers? drewhardesty.com
- ▶ Hutchinson, Jake. 2024. Experience, Expertise, and the Pursuit of Mastery, The Avalanche Review, 42:4
- ▶ Kampourakis, Kostas, and McCain, Kevin. 2020. Uncertainty: How it Makes Science Advance
- ▶ Kahneman, Daniel. 2011. Thinking, Fast and Slow .
- ▶ Kuhn, Thomas. 1962. The Structure of Scientific Revolutions.
- ▶ LaChapelle, Edward. 1980. The Fundamental Processes In Conventional Avalanche Forecasting, Journal of Glaciology , 29:94.
- ▶ LaChapelle, Edward. 2005. The Ascending Spiral, The Avalanche Review , 24:1.
- ▶ Latosuo, Eeva; Haegeli, Pascal; Demuth, Julie; and Greene, Ethan. 2024. Users Awareness and Response to Uncertainty Information in Public Avalanche Forecasts, Proceedings of the International Snow Science Workshop.
- ▶ McCammon, Ian; and McNeil, Kelly. 2024. Risk Management Trends in U.S. Backcountry Avalanche Accidents, Proceedings of the International Snow Science Workshop.
- ▶ McClung, David. 2023. The Avalanche Handbook , 4th edition.
- ▶ Mannberg, Andrea; Johansson, Maria; and Latosuo, Eeva. 2025. Exploring the Gendered Landscape of the Avalanche Safety Industry, Journal of Outdoor Recreation and Tourism.
- ▶ McCammon, 2004, Heuristic Traps, Avalanche News.
- ▶ Nesterak, Evan. 2024. Remembering Daniel Kahneman, Behavioral Scientist. behavioralscientist.org/remembering-daniel-kahneman-a-mosaic-of-memories-and-lessons/
- ▶ Oreskes, Naomi. 2021. Why Trust Science?
- ▶ Popper, Karl. 2002. The Logic of Scientific Discovery , second edition.
- ▶ Salovey, Peter. 2018. We Should Teach All Students in Every Discipline to Think Like Scientists, Scientific American.
- ▶ Simpson, Kirstie. 2002. The use of Traditional Aboriginal Knowledge in avalanche forecasting (Canada and Alaska). Proceedings of the International Snow Science Workshop.
- ▶ Stock, Joe. 2024. The Avalanche Factor . Stock, Molly. 1985. A Practical Guide to Graduate Research.