

## Il ghiaccio dell'Artico sta fondendo: e allora?

Tradotto liberamente da Data Nuggets



*Fig. 1: Ghiaccio marino, Oceano Artico*

Pensa al Polo Nord come a un grande blocco di ghiaccio: un enorme strato di ghiaccio, solo pochi metri di spessore, che galleggia sull'Oceano Artico. Lo spessore massimo si dovrebbe raggiungere intorno a marzo. Le temperature invernali fanno sì che l'acqua dell'oceano si congeli e il ghiaccio si accumuli. A settembre, le calde temperature estive provocano la fusione di circa il 60% del ghiaccio marino ogni anno. Con il riscaldamento globale, il ghiaccio marino si sta sciogliendo più del solito. Se più ghiaccio si scioglie in estate di quanto si formi durante l'inverno, l'Oceano Artico diventerà alla fine privo di ghiacci e ciò cambierebbe la Terra come la conosciamo.

Questa perdita di ghiaccio marino può avere un enorme impatto sulle specie artiche e può anche influenzare il clima in tutto il mondo. Per esempio, gli orsi polari stanno sul ghiaccio marino quando cacciano. Senza questa piattaforma non possono catturare le loro prede, portandoli alla fame.

Oltre l'Artico, la perdita di ghiaccio marino può cambiare il clima intorno al globo attraverso l'effetto albedo (o la quantità di radiazione solare in entrata riflessa da una superficie).



*Fig. 2: Rilascio di un pallone meteorologico per raccogliere dati per modelli climatici.*

Perché il ghiaccio è così bianco, ha un alto albedo e riflette molta della luce solare che lo colpisce e mantiene la Terra più fresca. L'alta albedo del ghiaccio è il motivo per cui sembra così luminoso quando il sole si riflette sulla neve. Quando il ghiaccio si scioglie e viene sostituito dall'acqua, che

ha un albedo molto più basso, più luce solare viene assorbita dalla superficie terrestre e le temperature salgono.

Gli scienziati sono interessati a sapere come la perdita di ghiaccio marino e la diminuzione dell'albedo possono influire sulle condizioni meteorologiche estreme dell'emisfero settentrionale. Gli eventi meteorologici estremi sono condizioni atmosferiche a breve termine che sono storicamente poco comuni, come un inverno molto freddo o un'estate con molta pioggia. Il tempo estremo ha impatti importanti sull'uomo e sulla natura. Ad esempio, per gli esseri umani, il freddo estremo richiede un maggiore uso di energia per riscaldare le nostre case e pulire le nostre strade, spesso aumentando l'uso di combustibili fossili. Per la fauna selvatica, il freddo estremo potrebbe richiedere cambiamenti nel comportamento, come la necessità di trovare più cibo, costruire rifugi migliori o spostarsi in luoghi più caldi.

Per fare previsioni su come il clima potrebbe cambiare nei prossimi decenni a secoli, gli scienziati usano modelli climatici.

I modelli sono rappresentazioni, spesso semplificazioni, di una struttura o di un sistema utilizzate per fare previsioni. I modelli climatici sono incredibilmente complessi. Ad esempio, i modelli climatici devono descrivere, attraverso equazioni matematiche, come l'acqua che evapora in una regione viene trasferita attraverso l'atmosfera in un'altra regione, potenzialmente a centinaia di chilometri di distanza, e cade a terra come precipitazione.

James è uno scienziato del clima che, insieme ai suoi colleghi, si è chiesto come la perdita di ghiaccio marino artico avrebbe influito sui climi di tutto il mondo. Ha usato due modelli climatici consolidati: (1) il modello britannico dell'Hadley Center e (2) il modello americano del National Center for Atmospheric Research. Questi modelli sono stati usati in precedenza per prevedere quanto ghiaccio marino aspettarsi nel 2100. I modelli climatici non sono descritti in dettaglio qui perché richiederebbero migliaia di pagine!

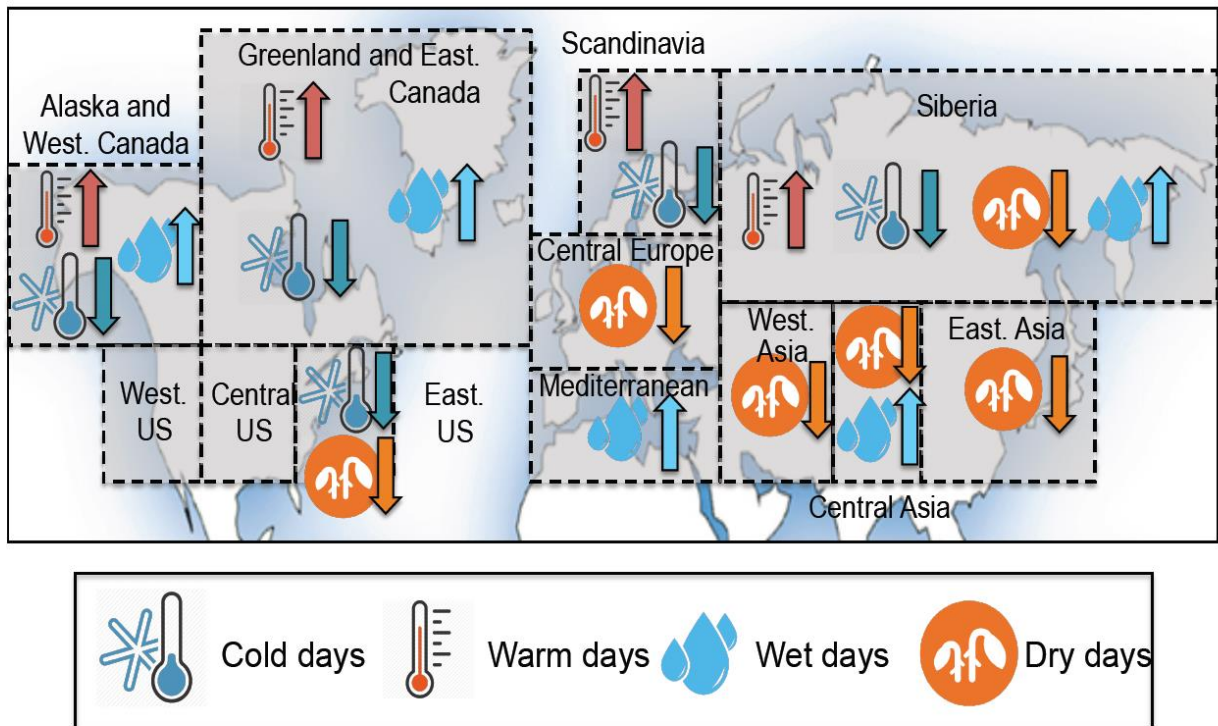
Nota per l'insegnante: Il panel internazionale sui cambiamenti climatici (IPCC) è un organismo scientifico creato dai membri delle Nazioni Unite per esplorare la potenziale velocità del cambiamento climatico e il suo impatto. I due modelli sopra descritti sono stati utilizzati in precedenza (come parte del quinto rapporto IPCC) per prevedere la quantità di ghiaccio marino che ci aspettiamo nel 2100. Non descriviamo in dettaglio i modelli climatici in questa attività; tuttavia, se tu e i tuoi studenti volete saperne di più sui modelli climatici, date un'occhiata a "Guida per principianti ai modelli climatici" di Rubenstein. <http://blogs.ei.columbia.edu/2010/08/26/a-beginners-guide-to-climate-models/>

### **Verifica la comprensione:**

dopo aver letto l'introduzione, gli studenti dovrebbero essere in grado di:

- 1) Descrivere come la perdita di ghiaccio nell'Artico avrebbe effetti sia a livello locale che globale.
- 2) Spiegare l'effetto dell'albedo e perché è importante. L'albedo nell'Artico aumenterà o diminuirà se c'è meno ghiaccio marino? Come questo potrebbe influenzare il clima?
- 3) Elencare alcuni esempi di condizioni meteorologiche estreme in cui vivono o di cui hanno sentito parlare dai media. Quali sono alcune delle conseguenze di questi eventi?
- 4) Rispondere alla domanda: come fanno gli scienziati climatici a fare previsioni su cosa accadrà a causa del riscaldamento globale e dei cambiamenti climatici?

**Domanda scientifica:** sulla base di questi modelli climatici, in che modo la prevista diminuzione dei livelli di ghiaccio nell'Artico influenzerà il clima in tutto il mondo?



**Qual è l'ipotesi?** Trova l'ipotesi nella "Introduzione alla ricerca" e sottolineala. Un'ipotesi è una spiegazione proposta per un'osservazione, che può quindi essere testata con sperimentazioni o altri tipi di studi.

**Dati scientifici:**

I modelli climatici funzionano come un sistema sperimentale, prevedendo condizioni climatiche estreme future sotto due "trattamenti": gli attuali livelli di ghiaccio marino (controllo) rispetto alla riduzione della copertura di ghiaccio marino prevista per il 2100 (trattamento). James e i suoi collaboratori gestivano i due modelli variando solo le condizioni iniziali di quanto ghiaccio marino fosse presente. Sia per la copertura attuale che per quella ridotta di ghiaccio marino, il computer ha calcolato una risposta a una serie complessa di equazioni che descrive il clima negli anni futuri. I risultati dei calcoli sono mostrati nella figura seguente.

Gli scienziati si aspettavano che la modifica della quantità di ghiaccio marino nell'Artico avrebbe influito sul clima in tutto il mondo, con diversi cambiamenti in diverse parti del mondo. Si aspettavano che, rispetto al controllo, i modelli di trattamento con ghiaccio marino ridotto avrebbero avuto condizioni meteorologiche più estreme.

Per capire se il tempo è considerato estremo è necessario guardare al passato. Per definire le giornate estremamente calde e fredde, si prendono tutti i valori di temperatura osservati per un particolare giorno dell'anno e si ordinano dal più caldo al più freddo. Il decimo percentile riflette il valore di temperatura in cui il 10% di tutti i valori di temperatura scendono al di sotto di tale valore. Poiché solo poche giornate sono più fredde del 10° percentile (in particolare, solo 1 su 10 giorni), definiamo di considerarle giornate "fredde". Allo stesso modo, il 90° percentile riflette il valore di temperatura in cui il 90% di tutti i valori di temperatura scendono al di sotto di tale valore. Un giorno che è stato storicamente più caldo del 90% di tutti gli altri giorni è quindi definito come una giornata "calda".

Da entrambi i modelli climatici di controllo e trattamento, gli scienziati hanno raccolto quattro dati:  
 1. Giorni caldi: percentuale (%) di giorni in cui la temperatura massima è superiore al 90° percentile delle temperature storiche

2. Giorni freddi: percentuale (%) di giorni in cui la temperatura massima è inferiore al 10° percentile delle temperature storiche
3. Giorni umidi: numero di giorni per anno in cui le precipitazioni giornaliere sono superiori a 1 cm
4. Giorni secchi: numero di giorni per anno in cui non ci sono precipitazioni.

Hanno quindi preso questi dati e confrontato i risultati dei modelli di controllo e trattamento, cercando le differenze tra i due. Gli scienziati hanno separato i dati in diverse parti del globo perché si aspettavano che l'effetto del ghiaccio marino sulle condizioni meteorologiche estreme potesse variare a seconda del luogo.

**Nota per l'insegnante:** un concetto importante, da discutere qui o in precedenza, è che il tempo estremo può derivare da cambiamenti nel valore medio della temperatura (o precipitazioni) o cambiamenti nella variabilità. Con il cambiamento climatico, ci aspettiamo che la temperatura media aumenti in un dato luogo in un dato giorno. All'aumentare della temperatura media, una frazione maggiore di giorni sarà più calda della media storica, quindi un clima estremo più intenso. Un altro modo in cui il tempo estremo potrebbe aumentare è attraverso una maggiore variabilità tra i giorni. Ad esempio, la mediana o 50° percentile (o in alternativa la media) potrebbe rimanere la stessa, ma le temperature più elevate e le temperature molto più basse potrebbero aumentare (aumenta l'intervallo dei dati). Quindi, ci sono due modi per pensare a come il clima sta cambiando: le medie potrebbero cambiare e la variabilità potrebbe cambiare.

Quali dati userete per rispondere alla domanda?

Variabili indipendenti: previsioni del modello di trattamento (riduzione del ghiaccio marino), relative alle previsioni del modello di controllo

Variabili dipendenti: quattro misure di condizioni meteorologiche estreme





**Verifica la comprensione:** dopo aver letto dei modelli climatici e aver esaminato i risultati del modello, gli studenti dovrebbero essere in grado di:

- Descrivere il "controllo" e il "trattamento" in questo studio. Cosa c'era di diverso tra questi modelli? (la quantità di ghiaccio marino) Cosa era costante? (tutte le altre condizioni iniziali)
- In che modo i modelli climatici aiutano gli scienziati del clima, come James, a testare cosa potrebbe accadere al tempo e al clima in futuro?
- Descrivi come gli scienziati hanno deciso che un evento era "estremo". Che cos'è un percentile e come vengono calcolati?
- Per definizione, quale percentuale di giorni è più fresca rispetto ai "giorni caldi"? (Risposta: 90%)
- Nella figura, cosa rappresenta ciascuna freccia? Cosa significa avere più giorni caldi? Da dove vengono questi dati e che paragone è stato rappresentato con queste frecce?

**Interpretare i risultati del modello:**

Qual è l'effetto della diminuzione del ghiaccio marino artico in diverse regioni del globo?

Completate la tabella sottostante con le vostre osservazioni meteorologiche estreme.

Extreme Weather		Observations
	<b>Cold days</b>	I see that in Alaska and West Canada, Greenland and East Canada, Scandinavia, the Eastern US, and Siberia the number of cold days decreased.
	<b>Warm days</b>	I see that the number of warm days increased in Alaska and West Canada, Greenland and East Canada, Scandinavia and Siberia.
	<b>Wet days</b>	The number of wet days increased in Alaska and West Canada, Greenland and East Canada, Siberia, Central Asia, and the Mediterranean.
	<b>Dry days</b>	I see that in the Eastern US, Central Europe, West Asia, Central Asia, and East Asia the number of dry days decreased.

Fate un'affermazione che risponda alla domanda scientifica.

Il ghiaccio marino artico ha un grande impatto sul clima in tutto il mondo.

Con alcune variazioni tra le regioni, la riduzione del ghiaccio marino porterà a giornate più calde, meno giornate fredde estreme, giornate più umide estreme e meno giornate estreme.

Supportate l'affermazione utilizzando i risultati del modello come prova. Fate riferimento ai cambiamenti climatici in posizioni specifiche sulla figura.

I modelli prevedono che la quantità di ghiaccio marino nell'Artico avrà impatti diversi sulle condizioni meteorologiche estreme a seconda della posizione nell'emisfero settentrionale. In località più settentrionali, come la Siberia, la Scandinavia, l'Alaska, il Canada e la Groenlandia, la diminuzione del ghiaccio marino porterà a giornate significativamente più calde e meno giornate fredde.

L'impatto della perdita di ghiaccio marino sulle precipitazioni si verificherà sia a sud che a nord. Nel complesso, il modello prevede un aumento delle precipitazioni. Negli Stati Uniti orientali, nell'Europa centrale, in Siberia e in tutta l'Asia si prevede un calo del numero di giorni secchi. In Asia centrale, il Mediterraneo, la Siberia, l'Alaska, il Canada e la Groenlandia aumenterà il numero di giornate piovose.

Descrivete il ragionamento scientifico che avete fatto e spiegate come le prove del modello supportano la vostra affermazione.

La figura 3 mostra, qualitativamente, i risultati delle simulazioni del modello climatico. I risultati mostrano le previsioni per il modello di trattamento, con bassi livelli di ghiaccio marino artico, rispetto al modello di controllo con i livelli attuali di ghiaccio marino artico.

Poiché i risultati dei modelli erano diversi a seconda della quantità di ghiaccio marino, possiamo concludere che la quantità di ghiaccio marino ha cambiato il clima in tutto il mondo. I nostri risultati supportano l'ipotesi che il ghiaccio marino artico abbia impatti a livello mondiale sui cambiamenti climatici.

Nota per l'insegnante: due punti importanti da chiarire con gli studenti:

1. La figura / mappa dei risultati del modello non fornisce numeri. Pertanto, chiamiamo "qualitativo", e non "quantitativo", il modo in cui descrive i risultati dei modelli climatici.
2. Inoltre, non fornisce i risultati di un modello, ma mostra invece i risultati del modello di trattamento relativo al modello di controllo. La figura mostra se si prevede che la riduzione del ghiaccio marino (trattamento) influenzi i fenomeni meteorologici estremi in tutto il mondo, in relazione alla quantità di ghiaccio marino che abbiamo oggi (controllo).

**I tuoi prossimi passi come scienziato:**

La scienza è un processo in corso. Quale nuova domanda pensi che dovrebbe essere esaminata?

Gli studenti avranno molte risposte valide a questa domanda. Vedere la 'Nota per l'insegnante' seguente per alcuni esempi.

Quali dati futuri dovrebbero essere raccolti per rispondere alla tua domanda?

Le risposte degli studenti possono variare. Vedi le seguenti domande di esempio:

- 1) Quando aumenta il valore medio della temperatura e delle precipitazioni, aumenta la variabilità?
- 2) La stagionalità delle precipitazioni sarà modificata rispetto alla stagionalità attuale?
- 3) Con meno ghiaccio marino artico, aumenterà la durata degli intervalli caldi e umidi?
- 4) Ci saranno periodi più prolungati di giorni contemporaneamente più secchi e caldi nella stessa regione?

**Nota per l'insegnante:** quando si pensa alla variabilità della temperatura e delle precipitazioni, è anche importante pensare alla variabilità stagionale. Aumentare il numero di giorni asciutti in estate potrebbe essere un problema più grosso per l'agricoltura che aumentare il numero di giorni secchi in inverno. Le piante hanno bisogno di acqua per prevenire il surriscaldamento. Se c'è meno acqua quando è molto caldo, ciò sarà potenzialmente più devastante di meno acqua quando è già fresco. Inoltre una singola giornata calda e secca qui o là potrebbe non essere così devastante per le piante (e quindi per l'agricoltura) come molte giornate calde e secche di fila. Gli studi futuri potrebbero esaminare l'intervallo caldo, freddo, umido o secco più lungo (James e i suoi colleghi hanno fatto questo nel loro articolo originale).

Rispondere a queste domande non richiederebbe rieseguire il modello, ma richiederebbe l'analisi dei dati di output raccolti da James e colleghi

Dati di esempio che potrebbero essere raccolti per ogni domanda:

Variabili indipendenti:

- 1) Media della temperatura / precipitazione in tutti i modelli (sia con l'attuale estensione del ghiaccio marino e futuro, sia con ghiaccio marino ridotto,
- 2) % delle precipitazioni che si verificano ogni mese con l'attuale estensione di ghiaccio marino,
- 3) Numero di giorni caldi, freddi, umidi e secchi con l'attuale estensione del ghiaccio marino,
- 4) Definire un indice di gravità della siccità (questo dovrebbe essere un parametro che incorpora sia temperature molto calde che giornate molto secche) e calcolarlo con l'attuale estensione del ghiaccio marino.

Variabili dipendenti:

- 1) Deviazione standard della temperatura / precipitazione in tutti i modelli (sia con l'attuale estensione del ghiaccio marino sia con ghiaccio marino ridotto in futuro),
- 2) % delle precipitazioni che si verificano ogni mese in presenza di ghiaccio marino ridotto,
- 3) Numero di giornate calde, fredde, umide e secche in presenza di ghiaccio marino ridotto,
- 4) Definire un indice di gravità della siccità (questo dovrebbe essere un parametro che incorpora sia temperature molto calde che giornate molto secche) e calcolarlo in presenza di ghiaccio marino ridotto.

Per ogni anno viene applicato il modello, vengono registrate la temperatura e le precipitazioni ogni giorno. Le variabili dipendenti e indipendenti di cui sopra sono manipolazioni di questi valori giornalieri per individuare le tendenze.

Risorse aggiuntive per gli insegnanti

Screen J.A., Deser C., Sun L. 2015. *Projected changes in regional climate extremes arising from Arctic sea ice loss*. Environmental Research Letters 10: 084006.

Si può inoltre proiettare questo video, che mostra i cambiamenti nel ghiaccio artico dal 1987 al 2014. Ogni studente dovrebbe scrivere un paio di osservazioni e domande.

- <https://youtu.be/FDRnH48LvHQ>

Questo testo di Data Nugget è stato creato in collaborazione con Science Journal for Kids. Adattano la ricerca scientifica all'avanguardia e *peer-reviewed* sull'ambiente per gli studenti (e i loro insegnanti). Le loro attività originali possono essere trovate sul sito web:

- <http://ScienceJournalForKids.org/>