

Investigare il ciclo dell'acqua



PHOTOS.COM

Dove finisce tutta l'acqua caduta durante un nubifragio? Come si muove l'acqua sulla Terra? Quanta ne possiamo utilizzare per i nostri scopi? Una docente propone un originale e dettagliato percorso *inquiry-based* per affrontare in classe il ciclo idrologico.



BARBARA SCAPELLATO

Negli ultimi tempi anche in Italia si è cominciato a parlare di educazione scientifica basata sull'investigazione (IBSE, Inquiry-Based Science Education). Con il termine *inquiry* si intende una serie di processi messi in atto dagli studenti in modo intenzionale come: saper diagnosticare problemi, commentare in modo critico gli esperimenti, individuare soluzioni alternative, saper pianificare un'indagine, formulare congetture, ricercare informazioni, costruire modelli, saper discutere e confrontarsi tra pari, formulare argomentazioni coerenti [1], [2]. È chiaro che non ci si può aspettare che gli studenti imparino in breve tempo a

padroneggiare tutte queste abilità. Alcuni autori ritengono che sia meglio avvicinarsi all'*inquiry* attraverso un percorso progressivo in quattro livelli – confermativo, strutturato, guidato e aperto – che si differenziano per il grado di responsabilità dato agli studenti, ossia per quante informazioni (domande da investigare, procedure, risultati attesi) vengono fornite dall'insegnante [3]. Uno degli approcci più efficaci per pianificare lezioni *inquiry-based* è il cosiddetto *learning cycle*. Ne esistono molte varianti, tra cui il modello delle 5E, dove ciascuna E descrive una fase di apprendimento: *engage*, *explore*, *explain*, *elaborate* ed *evaluate* [4].



BARBARA SCAPELLATO

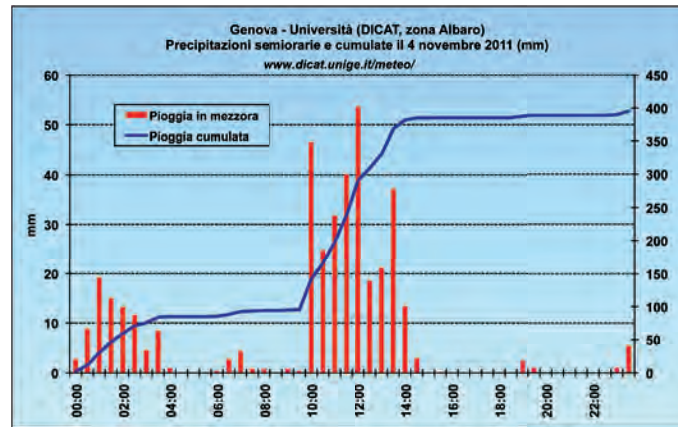
È docente di scienze nella scuola superiore. Laureata in scienze biologiche, svolge attualmente un dottorato di ricerca sulla didattica delle scienze della Terra presso l'Università di Camerino, dove partecipa a un gruppo di lavoro sullo stesso tema. Dal 2009 è nella redazione del progetto ICLEEN (www.icleen.museum) e nel 2011 è stata nel comitato scientifico delle Olimpiadi internazionali delle scienze della Terra di Modena.

IL NUBIFRAGIO DI GENOVA

È un autentico tsunami quello che si è abbattuto su Genova. Un *monsone tropicale*, con tanto di tuoni, fulmini e raffiche di vento che ha fatto tracimare fiumi e torrenti e ha trasformato in un fiume d'acqua e di fango le strade del capoluogo della Liguria, colpita per la seconda volta dalla natura a soli dieci giorni dall'alluvione che ha messo in ginocchio il Levante. I morti accertati sono sei [...]. A differenza di quarant'anni fa, questa volta a uccidere non è stato il Bisagno, ma un suo affluente, il Feraggiano. Alle ore 12 un volontario appostato sul suo argine, segnala che è tutto in regola. Il suo livello è *giallo basso*, che nel linguaggio della protezione civile vuol dire che non è necessario evacuare la zona. Diciassette minuti dopo è un inferno d'acqua: «Ciò che è accaduto in un quarto d'ora è il risultato di una pioggia intensa monsonica – spiega il sindaco di Genova, Marta Vincenzi – uno tsunami che nel giro di 17 minuti ha fatto esondare un muro d'acqua».

[/www.ilsecoloxix.it/p/genova/2011/11/04/AOw4bPKB-trecento_pioggia_vietate.shtml?hl](http://www.ilsecoloxix.it/p/genova/2011/11/04/AOw4bPKB-trecento_pioggia_vietate.shtml?hl)

Prendendo come riferimento il valore di precipitazione rilevato dal pluviometro dell'Università di Genova in zona Albaro (settore centro-orientale della città), pari a 395 mm nelle 24 ore, si evince come questo si collochi tra le massime quantità giornaliere mai rilevate nel centro genovese dall'inizio delle misure meteorologiche nel 1833. www.nimbus.it/eventi/2011/111105AlluvioneGenova.htm



In questo articolo verrà descritto in traccia un percorso di inquiry (strutturato) sul ciclo idrologico adatto a classi di prima superiore, sviluppato con il modello delle 5E: schede di lavoro dettagliate su ogni fase sono disponibili online.

Engage. Che cosa ne pensi?

Le attività previste nella prima fase del *learning cycle* hanno l'intento di creare interesse, generare curiosità e domande nella mente degli studenti, scoprire che cosa sanno già e far emergere eventuali conoscenze errate. Durante questa fase, agli studenti non vengono date definizioni formali su ciò che stanno esplorando, né viene detto loro a quali conclusioni arriveranno.

Il primo passo nelle lezioni sul ciclo dell'acqua consiste nel presentare agli studenti una serie casuale di immagini che contengono acqua in tutte le sue forme (immagini satellitari, paesaggi con forme d'acqua evidenti ma anche con acqua "invisibile" come una foresta o un deserto ecc.). Durante la presentazione si chiede agli studenti di scrivere tutto ciò che queste immagini suggeriscono.

Qualcuno noterà che in molte foto c'è acqua in una delle sue forme, ma qualcuno potrà anche dire che alcune immagini sembrano "intrusi" perché l'acqua non c'è. In tal caso, si mostrano nuovamente le immagini dei presunti intrusi e si chiede se tutti concordano sul fatto che effettivamente l'acqua non c'è. Alla fine qualche studente arriverà a dire che l'acqua c'è ma non si vede perché è presente nell'aria come vapore ed è contenuta nel suolo.

Domande per riflettere

Una volta concordato che l'acqua è il comune denominatore di tutte le foto si ferma la presentazione su un'immagine con pioggia intensa e si prosegue la discussione ponendo le seguenti domande: da dove viene l'acqua quando piove? (Gli studenti risponderanno dalle nuvole). Dov'era l'acqua prima di formare le nuvole? (Probabilmente risponderanno che stava nei fiumi, nei laghi, negli oceani e magari anche nelle calotte glaciali e nei ghiacciai). Come fa l'acqua a passare dalla Terra alle nuvole? (Probabilmente risponderanno "evaporando": chiedere

allora di spiegare con le proprie parole che cosa significhi evaporare e condensare). Quali sono le proprietà osservabili dell'acqua? Dove finisce l'acqua quando evapora? (L'acqua è ancora lì, ma non possiamo vederla).

Dai numeri all'idea di ciclo

Per proseguire nella riflessione si propone la lettura di due brani sul nubifragio di Genova del novembre scorso (vedi box in questa pagina). Al termine della lettura si propongono due domande che aiuteranno a far emergere preconcose ed eventuali convinzioni errate sul ciclo dell'acqua: Quant'acqua corrisponde a 395 mm di pioggia? Dove è andata a finire oggi tutta quell'acqua?

Se gli studenti hanno difficoltà a visualizzare quanta acqua corrisponde a 395 mm di pioggia li si può aiutare mostrando dati sulle precipitazioni di città che conoscono. In meteorologia, 1 mm di pioggia corrisponde a 1 litro d'acqua su un metro quadrato. Se consideriamo che Genova ha una superficie di circa 243,56 km² scopriamo che in quest'area, in 24 ore, sono caduti oltre 92 miliardi di litri



Tabella KWL

KNOW	WANT	LEARNED
Che cosa conosco di questo argomento?	Che cosa desidero imparare?	Che cosa ho imparato?
.....
.....

d'acqua! E se pensiamo che in media le nuvole temporalesche scaricano a terra solo un terzo del loro contenuto di acqua, si può capire anche l'enorme quantità d'acqua presente nelle nuvole.

Per quanto riguarda la seconda domanda, è probabile che gli studenti rispondano che l'acqua è penetrata nel terreno e/o fluita verso i serbatoi superficiali (fiumi e mare). Deve emergere con chiarezza che l'acqua non se ne va semplicemente via e che le precipitazioni diventano parte di un sistema (il ciclo dell'acqua) costituito da molte parti. L'acqua che arriva al suolo può diventare deflusso superficiale, fluire nei corsi d'acqua, nei laghi, negli stagni, nel mare, infiltrarsi nel terreno o evaporare ritornando in atmosfera.

In genere in questa fase emergono alcune miscocenzioni ricorrenti degli studenti: l'acqua non si conserva; una goccia d'acqua non può viaggiare a grande distanza; quando l'acqua evapora è ancora liquida ma le goccioline sono troppo piccole per essere viste; l'acqua non può evaporare né esistere come vapore a meno di 100°C; l'acqua che evapora dal mare è salata.

Organizzare le conoscenze

Come conclusione di questa fase gli studenti creano una tabella KWL (Know-Want-Learn) sul quaderno. Nella sezione K elencheranno le cose che sanno già (o credono di sapere) sul ciclo dell'acqua. Nella sezione W che cosa hanno bisogno di sapere e, al termine di ogni lezione, aggiungeranno nella sezione L ciò che hanno imparato. La tabella permette di far emergere le conoscenze pregresse su un certo argomento prima di esplorarlo meglio e di tenere traccia di quanto via via si impara [5].

Explore. Al lavoro!

Questa fase fornisce agli studenti la possibilità di familiarizzare con il modello

oggetto di studio attraverso esperienze, spesso concrete, in cui possono utilizzare le loro preconoscenze per generare nuove idee, esplorare domande e progettare e/o condurre investigazioni.

In questo caso sono previste due attività. Nella prima (*L'acqua nell'idrosfera*) gli studenti esplorano i serbatoi della Terra e scoprono quale sia la proporzione d'acqua effettivamente disponibile per uso umano. Si lavora con una vasca di plastica da 20 l piena d'acqua, un cilindro graduato da 500 ml, una pipetta contagocce graduata, 5 contenitori di varie dimensioni e una tabella con i dati sulla distribuzione dell'acqua sulla Terra (oceani 97,2%; ghiaccio continentale e marino 2,15% e così via). L'acqua nella vasca rappresenta tutta l'acqua presente sulla Terra. A partire dalle percentuali della tabella, gli studenti calcolano gli ml corrispondenti all'acqua che si trova nei vari serbatoi e prelevano la quantità calcolata dalla vasca per trasferirla in un altro contenitore più piccolo. Sommando gli ml ottenuti dalle varie percentuali, i ragazzi scopriranno che la somma effettuata non corrisponde esattamente al totale iniziale. Quindi si chiederà loro di provare a spiegare come mai manca dell'acqua. In effetti, le percentuali della tabella non si riferiscono al 100% di tutta l'acqua disponibile perché una parte di questa è impegnata nell'umidità del suolo e nella biosfera. Terminata la discussione, si chiede ai ragazzi, suddivisi in gruppi, di progettare e realizzare un modello diverso (che non richieda l'uso di acqua) per rappresentare le percentuali di ciascun serbatoio. Il modello potrebbe essere realizzato per esempio su fogli di carta millimetrata o con circonferenze di diverso raggio. I modelli realizzati e le risposte alla domanda sulla mancanza dell'acqua verranno infine discussi con l'intera classe e proseguirà l'annotazione sulla tabella KWL.

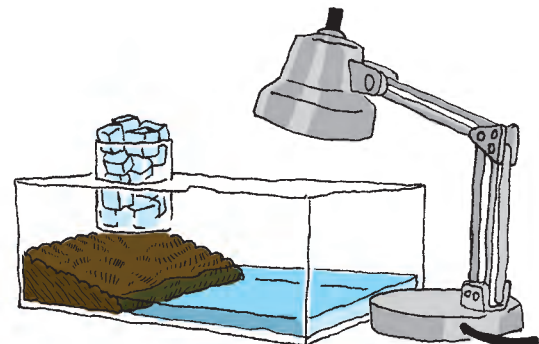
Prima di passare alla seconda attività si richiama il fatto che l'acqua coinvolta nell'alluvione a Genova è per lo più evaporata e si chiede: se non possiamo vedere il vapore acqueo, come facciamo a sapere che esiste? Come possiamo fare per dimostrarlo? Come sempre, si discutono le risposte e si chiede agli studenti di riportarle nella loro tabella.

“Vedere” l'evaporazione

A questo punto si può passare alla seconda attività (*Modellizzare il ciclo dell'acqua*), che permette di costruire un semplice modello di ciclo idrogeologico. Bastano una scatola di plastica trasparente con coperchio, un bicchiere di plastica, acqua, ghiaccio, una busta per alimenti con cerniera contenente sabbia o terra e una lampada da tavolo con lampadina da 100 Watt. Si allestisce un apparato che modella la superficie del nostro pianeta e infine si accende la lampada (il Sole), in modo che la luce punti verso l'acqua nella scatola. A questo punto si chiede: che cosa pensate che accadrà nella scatola con il passare del tempo? Gli studenti dovranno scrivere le loro previsioni sul quaderno e ogni 10 minuti, per circa 50 minuti, dovranno registrare le loro osservazioni su quanto

➡ Il movimento dell'acqua intorno, al di sopra e attraverso la Terra è chiamato ciclo dell'acqua.

👉 Come costruire in laboratorio un semplice modello di ciclo idrogeologico.





PHOTOS.COM

📌 La maggior parte dell'acqua dolce è bloccata nei ghiacciai, nelle calotte polari e nell'atmosfera.

sta accadendo. Alla fine dovranno disegnare uno schema che illustra il movimento dell'acqua nel modello. Per aiutare gli studenti a riflettere sulle evidenze raccolte si assegnano come compito a casa alcune domande (disponibili sulla scheda online). Nella lezione successiva, si condividono in classe le risposte, chiedendo giustificazioni a loro sostegno e si stimola la discussione con una nuova domanda: da dove pensate che provenga l'acqua che bevete? Possiamo utilizzare tutta l'acqua presente sul nostro pianeta?"

Scarsità d'acqua

È importante sottolineare che di tutta l'acqua della Terra solo una quantità molto

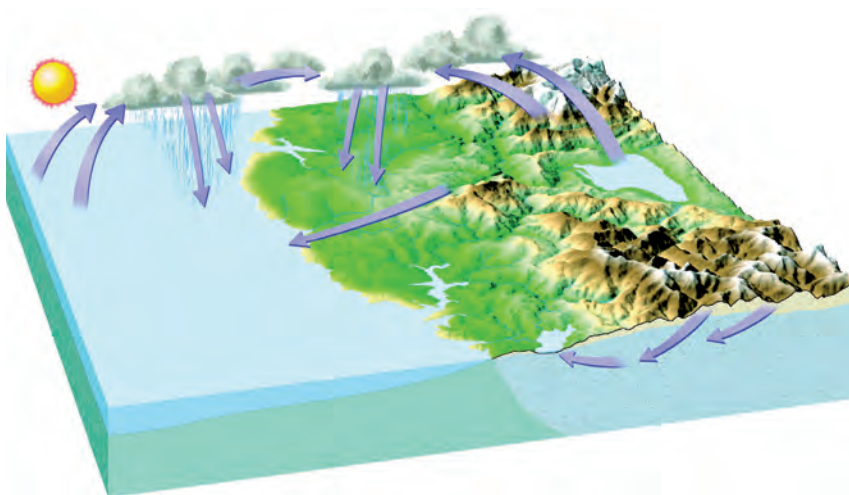
piccola (meno del 3%) è disponibile come acqua dolce. Di questa, il 77% si trova nelle calotte glaciali, il 22% nelle acque sotterranee e il restante 1% in laghi, fiumi e nell'atmosfera. Quindi non siamo in grado di utilizzare la maggior parte dell'acqua presente sulla Terra perché è salata. Per trasformarla in acqua dolce è necessario desalinizzarla o distillarla e questi sono processi costosi. Poiché la maggior parte dell'acqua dolce è bloccata nei ghiacciai, nelle calotte polari e nell'atmosfera, l'acqua a disposizione per uso umano è davvero poca. È anche importante ricordare agli studenti che durante l'attività sui serbatoi avevano già cominciato a esplorare il ciclo dell'acqua.

Explain. Si comincia a capire

In questa fase gli studenti vengono aiutati a focalizzare l'attenzione su particolari aspetti delle esperienze fatte attraverso la spiegazione dei concetti, l'introduzione del lessico scientifico appropriato e la discussione delle eventuali convinzioni errate emerse.

Come compito a casa si assegna la lettura delle pagine del libro di testo in cui sono spiegati i concetti scientifici fondamentali, insieme ad alcune domande da discutere in classe (disponibili online).

A questo punto gli studenti saranno in grado di riflettere anche sul modello utilizzato per studiare il ciclo dell'acqua e, a piccoli gruppi, risponderanno alle seguenti domande: quali sono i vantaggi e gli svantaggi del modello? Con quanta accuratezza rappresenta il ciclo dell'acqua? Qual è stato l'aspetto più utile per capire il ciclo? C'è un aspetto del ciclo dell'acqua che nel modello non è rappresentato? Se è così, come si potrebbe modificarlo per migliorarlo? Che cosa succederebbe usando acqua calda? Al termine del tempo stabilito un rappresentante di ogni gruppo condividerà con la classe le risposte e si arriverà così alla discussione finale delle prime tre fasi del learning cycle. In sintesi, durante la seconda attività della fase di esplorazione gli studenti hanno allestito un apparato per la distillazione.





🕒 Il vapore acqueo è invisibile essendo inodore, incolore e trasparente.

Elaborate. La riflessione continua

Questa fase fornisce agli studenti la possibilità di approfondire e rinforzare la comprensione di ciò che hanno appreso, applicandolo in situazioni nuove. In pratica si fornisce semplicemente un'ulteriore occasione di riflessione attraverso domande, la cui risposta necessita l'applicazione delle conoscenze acquisite e l'uso rigoroso del lessico scientifico. Per esempio: indicate i luoghi della Terra in cui l'acqua si trova allo stato solido, liquido e aeriforme. Che cosa succederebbe al livello dell'acqua degli oceani se tutto il vapore condensasse? Che cosa succederebbe se tutto il ghiaccio si sciogliesse? Sulla base di quanto imparato pensate che la distruzione di grandi aree di foresta pluviale possa avere effetti sul clima? Perché? Altre domande sono disponibili online. Naturalmente, fondamentale sarà, ancora una volta, la riflessione che scaturirà dalla discussione delle risposte in classe.

Evaluate

In questa fase finale gli studenti sono incoraggiati ad autovalutare la propria comprensione di quanto appreso e le abilità acquisite e l'insegnante ha l'opportunità di valutare il progresso degli studenti nel raggiungimento degli obiettivi educativi.

Per alimentare le pratiche riflessive si fornisce agli studenti una scheda per l'autovalutazione personale e per l'autovalutazione del lavoro di gruppo (disponibile online). Il costante utilizzo della tabella KWL ha consentito ai ragazzi di monitorare il proprio apprendimento e di comprendere e modificare le proprie misconcezioni e può essere un valido strumento anche per la valutazione formativa da parte dell'insegnante. Nella verifica finale lo studente non dovrà dimostrare la semplice conoscenza dei contenuti studiati, ma dovrà mettere a frutto quanto appreso per comprendere e rielaborare criticamente casi di studio "autentici" legati al ciclo dell'acqua.

Un tempo speso bene


Lavorare con un approccio *inquiry-based* significa promuovere lo sviluppo della *literacy* scientifica necessaria per la vita oltre la scuola. Certo, un approccio di questo tipo è molto dispendioso in termini sia di energie sia di tempo, ma questo è un tempo speso bene. La continua alternanza tra fare e riflettere fornisce agli studenti l'opportunità di sviluppare una comprensione profonda di ciò che stanno studiando e della natura della scienza stessa. Riuscire anche solo ad avvicinarsi a questo obiettivo ripaga di ogni sforzo. 🕒

Per quanto riguarda l'acqua, la Terra si può considerare un sistema chiuso che può essere ben rappresentato dalla scatola di plastica trasparente. Il sacchetto di sabbia rappresenta i continenti e l'acqua sul fondo della scatola gli oceani. Il bicchiere con il ghiaccio fornisce un meccanismo per raffreddare il vapore acqueo ma, nell'atmosfera, il raffreddamento deriva dall'espansione dell'aria mentre si solleva verso regioni con pressione più bassa. Anche se non sono rappresentati tutti i serbatoi della Terra, nel complesso si può considerare un buon modello perché la circolarità del processo è ben evidente.



RISORSE

1. *Science Education Now: A New Pedagogy for the Future of Europe*, European Commission, Brussels 2007. http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
2. M.C. Linn, E.A. Davis, P. Bell, *Internet Environments for Science Education*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah (NJ) 2004.
3. B. Scapellato, *I livelli di inquiry*, nel blog *L'ingrediente segreto*. <http://ingredientesegreto.linxedizioni.it/2011/11/02/i-livelli-di-inquiry>
4. R. Bybee, *Achieving scientific literacy*, Heinemann, Portsmouth (NH) 1997.
5. D.M. Ogle, *K-W-L. A teaching model that develops active reading of expository text*, in "Reading Teacher", 1869, vol. 39, pp. 564-570.

 MULTIMEDIA
www.linxedizioni.it

