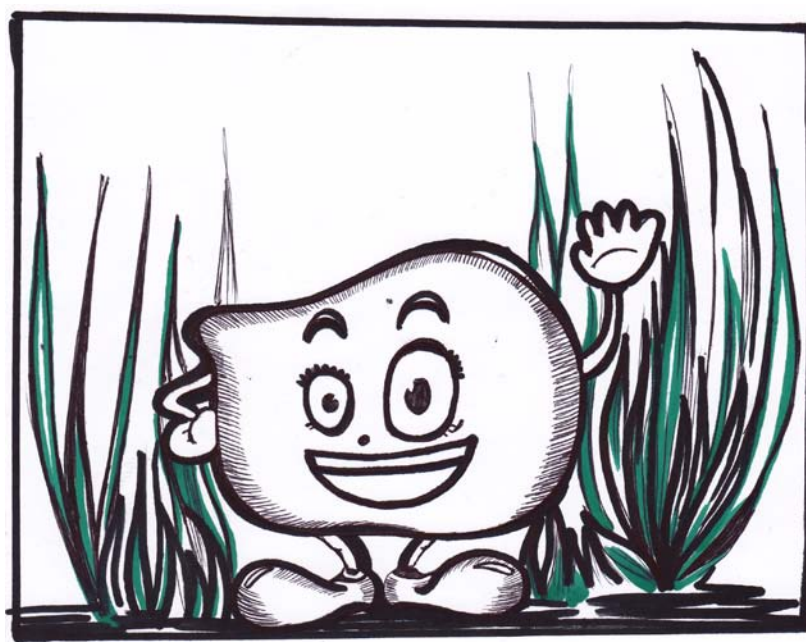


La meravigliosa avventura di Ciottolino: a NeverEnding Story

di Vincenzo Boccardi
disegni di Marta Bosticco

La meravigliosa avventura di Ciottolino – VERSIONE DOCENTE

*Anche le rocce hanno una mamma e un papà, **Mamma Montagna** e **Papà Magma**. La storia fantastica di Ciottolino alla scoperta dei suoi genitori ripercorre l'intero ciclo delle rocce¹. Sullo sfondo molti dei nuclei fondanti delle Scienze della Terra.*



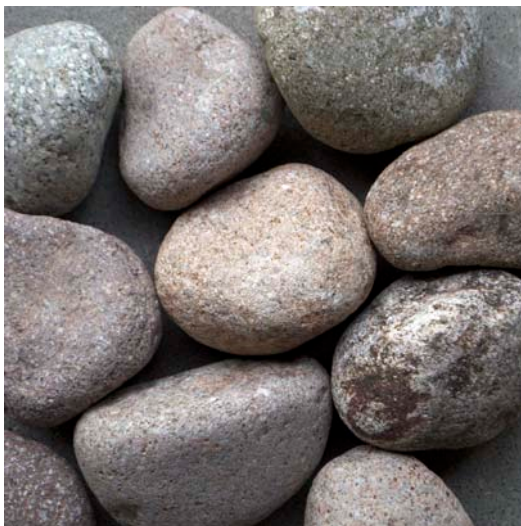
Salve, amici, mi chiamo Ciottolino e voglio raccontarvi la mia bellissima storia. Una volta facevo parte di una grandissima roccia: che dolcissimi ricordi di Mamma Montagna! Ora sono qui, in questo bel prato, ma quanto tempo è passato! E chi se lo sarebbe mai aspettato di vivere così tante avventure e di subire così tante trasformazioni.

¹ Vedi approfondimento su [Il ciclo litogenetico](http://formazionedocentipon.indire.it)

Indice

Capitolo 1 - La nascita di Ciottolino	3
Capitolo 2 - Un viaggio lungo e divertente.....	6
Capitolo 3 - Il viaggio di Ciottolino ricomincia: la piena	10
Capitolo 4 - Ciottolo su ciottolo: una nuova straordinaria avventura.....	11
Capitolo 5 - Una nuova serie di trasformazioni inattese	14
Capitolo 6 - Il misterioso Papà Magma.....	17
Capitolo 7 - Ciottolino decide di cambiare nome	18
Capitolo 8 - Il finale che non c'è	20

Capitolo 1 - La nascita di Ciottolino



Alcuni ciottoli di porfido, grandi amici di Ciottolino

Tutto ebbe inizio il giorno in cui mi staccai da Mamma Montagna: quel giorno lo considero la mia vera e propria data di nascita.

Fino ad allora la mia vita era stata abbastanza monotona: da sempre, per quanto io mi sforzi di ricordare, ero stato tutt'uno con Mamma Montagna, eravamo una sola cosa, ero una parte di Lei, proprio come per voi umani, che prima di nascere vivete nel grembo della vostra mamma per nove mesi e siete una sola cosa con il suo corpo.

Mamma Montagna era costituita da un immenso blocco granitico che si ergeva maestoso per un'altezza di più di 1.000 metri e che incuteva in tutti rispetto e ammirazione.

A quel tempo i miei cristalli erano a contatto con tanti altri cristalli e tra tutti noi regnava una grande armonia che – ne ero certo – nulla avrebbe mai potuto compromettere. Io ero situato abbastanza in profondità per cui nessuno poteva vedermi, ma questo l'ho capito solo molto tempo dopo. La mia vita trascorreva tranquilla, sempre uguale, senza mai nessuna novità.

In realtà molte cose erano all'opera e si trasformavano, ma io, da laggiù, non me ne potevo accorgere. Lentamente, ma inesorabilmente, diverse parti della montagna erano sottoposte ad un'intensa erosione dovuta all'azione delle acque dilavanti, del continuo cambiamento dal caldo del giorno al freddo della notte, del ghiaccio che di notte si formava nelle fessure, allargandole, e di molti altri processi ancora.

Si può trarre spunto da questa frase per accennare al **principio dell'attualismo**, uno dei principi chiave della geologia storica: *"il presente è la chiave per comprendere il passato"* nel senso che le stesse forze che agiscono oggi nel modellare il pianeta, hanno agito anche in passato. L'azione continua dei processi che conosciamo attualmente è quindi responsabile delle condizioni passate, presenti e future del pianeta. L'indagine sul presente permette quindi di ricostruire le diverse tappe che si sono verificate nel passato (vedi il Materiale di studio *Implicazioni metodologiche del Tema Terra e Universo – Il principio dell'attualismo*). Si possono poi approfondire i diversi processi fisici e chimici dovuti alla presenza dell'atmosfera che nell'insieme costituiscono la **degradazione meteorica** (vedi allegato [L'azione geomorfologica dell'atmosfera](#)).

Fu così che lo spessore di roccia che mi separava dalla superficie diventò progressivamente sempre più sottile, finché un giorno, eroso l'ultimo strato di roccia che mi sovrastava, ebbi modo anch'io di vedere la luce.

Paura? Ma niente affatto, anche perché a quel tempo ero ancora saldamente ancorato a Mamma Montagna e non avevo capito che anche il mio destino sarebbe stato quello di separarmi da essa.

Che bello vedere per la prima volta il Sole e, di notte, la Luna e le stelle. Che meravigliosa sensazione lasciarsi accarezzare dalla brezza della montagna profumata di mille odori!

Eppure proprio tutte queste belle cose, di lì a poco mi avrebbero provocato una grandissima sofferenza!

Erano ormai giorni che mi sentivo sempre più vacillare, come se non fossi stato più saldamente legato a Mamma Montagna come da sempre era stato. Tutto avvenne in un attimo: la brezza leggera si trasformò in vento impetuoso che fece tremare la terra quel poco che bastò a rompere quei tenui legami che ancora mi trattenevano a Mamma Montagna. D'un tratto mi ritrovai solo a rotolare lungo le pendici di Mamma Montagna: non ero più parte di essa, ero diventato ormai un ciottolo sciolto.

Certo, la prima sensazione fu di grande paura! Paura per il distacco ... paura di essere solo ... paura di quello che mi sarebbe potuto accadere ... Solo col tempo avrei imparato che l'unico modo per essere felici, per noi rocce, è quello di

abbandonarsi ai vari agenti che continuamente ci modellano e trasformano la nostra vita.

Quando arrivai all'inizio della valle non ebbi nemmeno il tempo di riprendermi che iniziò a piovere. Durante il periodo in cui ero stato a contatto con l'atmosfera, ma ancora saldamente unito a Mamma Montagna, avevo già conosciuto la pioggia che picchiava sull'unica mia superficie esposta, ma non ne avevo avuto paura, anzi, ricordo ancora la piacevole sensazione di solletico. Ma ora ero un ciottolo sciolto, e i rivoli di acqua che si formavano sul terreno mi costringevano a muovermi, a procedere avanti, ad allontanarmi sempre più dalla mia Mamma. Era inutile opporsi: l'unica possibilità era quella di abituarsi a lasciarsi trasportare ...

Fu così che raggiunsi il torrente, quello che sarebbe stato il mio mezzo di trasporto verso nuove avventure.



Il mezzo di trasporto di Ciottolino: il torrente

Capitolo 2 - Un viaggio lungo e divertente

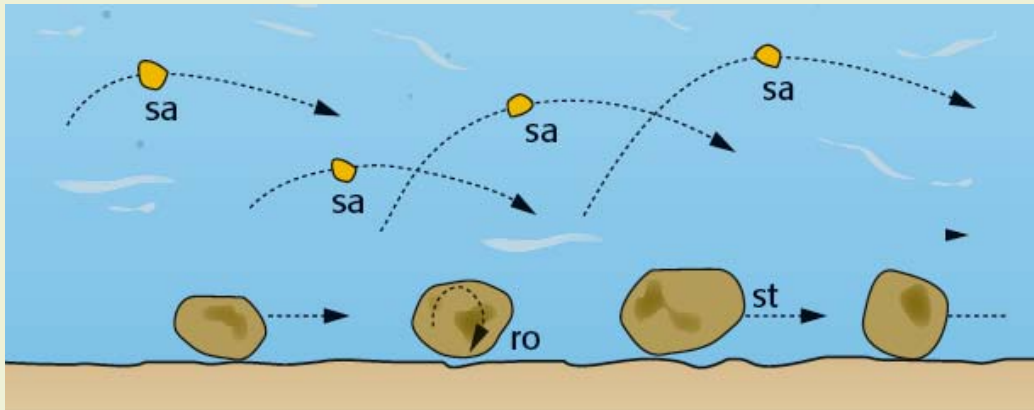
Che divertimento essere trasportati dalle acque del piccolo torrente di montagna! In fin dei conti nasceva anch'esso dalla mia mamma, e questo pensiero mi dava grande conforto. E poi, mica ero solo! Con me c'erano tanti altri ciottoli fratelli, delle più svariate forme e dimensioni. Viaggiare tutti insieme era sicuramente meno spaventoso.

Alcune volte si procedeva per grandi salti, e noi ciottoli facevamo a gara scommettendo su chi avrebbe saltato più lontano; altre volte si andava avanti strisciando sul fondo del letto del torrente, proprio come fanno i serpenti sulla terra; ma la cosa più divertente erano le capriole: là dove la pendenza e la velocità della corrente lo consentivano, l'avanzamento avveniva rotolando, proprio come fa un barattolo lungo una strada inclinata, e in quel caso il divertimento era davvero assicurato.



Ciottolino si diverte a fare le capriole

Il **trasporto** ad opera di un corso d'acqua può avvenire in **soluzione** (generalmente sali, trasportati sotto forma di ioni), in **sospensione** (argille, silt e sabbie più fini, sostenuti dalle turbolenze dell'acqua) e sul **fondo**. Quest'ultimo riguarda i materiali più grossolani (sabbie, ghiaia e blocchi rocciosi) che avanzano sul fondo per **rotolamento**, per **strisciamento** e per **saltazione** (solo sabbie e ghiaie).

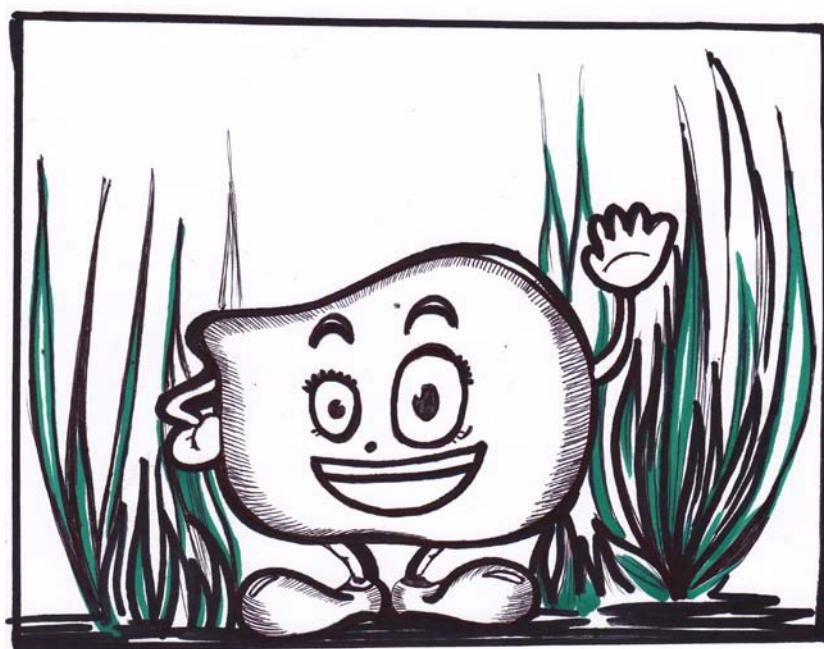


Diversi modi di procedere di Ciottolino:
per salti (sa), per strisciamento (st) per rotolamento (ro).

Per non dire poi di quando il torrente incontrò le cascate: ricordo ancora quella sensazione di vuoto quando d'un tratto la corrente mi trascinava giù per decine di metri e non avevo nemmeno il tempo di accorgermi di quanto stesse accadendo. Altro che le vostre montagne russe!

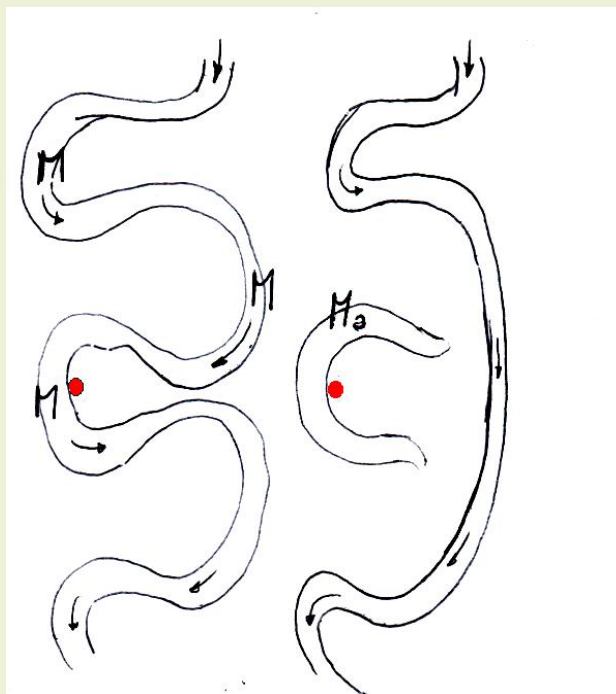
Ma poi, a man mano che la pendenza dell'alveo iniziò a diminuire con l'avvicinarci al tratto del fiume in pianura, anche la corrente cominciò a rallentare: dopo poco il torrente era diventato ormai un grande fiume che avanzava maestoso attraverso una grande pianura alluvionale ...

Ed ora sono qui, in mezzo ad un bel prato, depositato dal fiume nell'ansa di un meandro che la corrente ha abbandonato, trasformandolo in lanca.



Formazione di una lanca

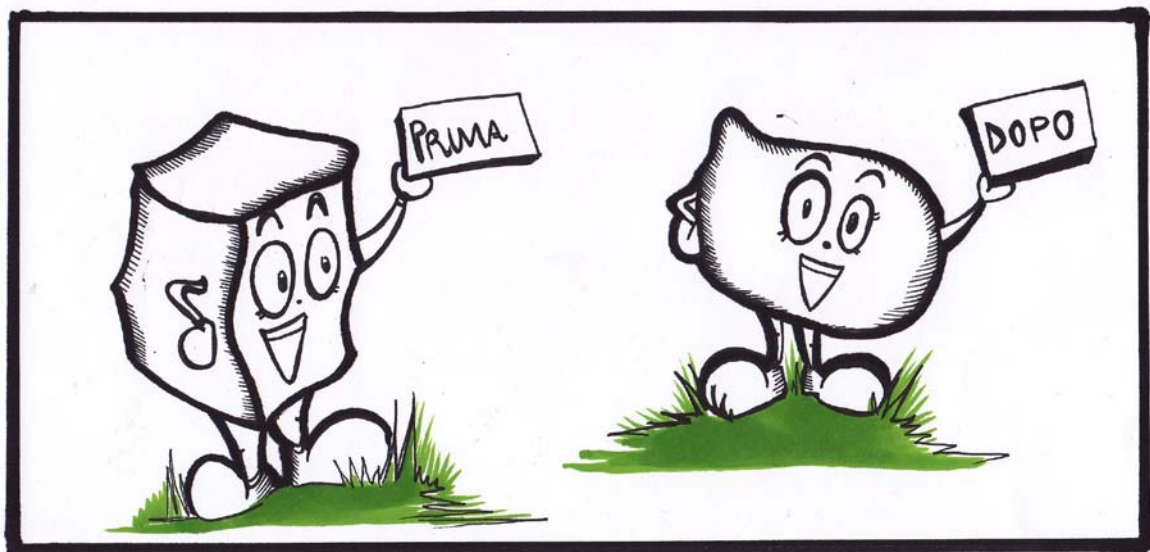
(*M* = meandro, *Ma* = lanca, un meandro ormai abbandonato dal fiume)



Il puntino rosso indica il punto dove la corrente ha abbandonato Ciottolino.

Vedi approfondimento su [L'evoluzione di un fiume](http://formazionedocentipon.indire.it)

Durante il mio lungo viaggio il mio aspetto è molto cambiato, ma quasi non ho avuto il tempo di accorgermene: appena nato avevo una forma molto irregolare, con la superficie scabrosa e tanti spigoli acuminati; ora sono un bel ciottolo di forma rotondeggiante, con la superficie liscia e le punte arrotondate. Rispetto ad allora sono anche un poco dimagrito. Se vuoi puoi guardare le mie foto di come ero appena nato e di come sono ora.



Due foto di Ciottolino: a sinistra appena nato, a destra alla fine del suo viaggio

Il grado di arrotondamento di un clasto dipende dall'usura che esso ha subito durante il trasporto. I clasti a spigolo arrotondato sono pertanto indice di un trasporto prolungato (**a**), quelli a spigoli vivi di un trasporto breve o assente (**b**).



a



b

Capitolo 3 - Il viaggio di Ciottolino ricomincia: la piena

Credo di essere rimasto lì, in quel bel prato nel mezzo della piana alluvionale, per un lunghissimo tempo. Ma un giorno ...

Nei giorni precedenti aveva piovuto davvero tanto. Lassù, sulla montagna, tutti i torrenti si erano ingrossati, e ora tutta quell'acqua stava per arrivare a valle. D'un tratto il livello delle acque del fiume cominciò a crescere sempre più rapidamente fino a che in un batter d'occhio tutto fu travolto dalla piena. La corrente ora trascinava via ogni cosa e in men che non si dica mi ritrovai di nuovo in movimento...

L'energia della corrente mi aveva strappato via dal prato, ed ora ero di nuovo nel fiume, costretto, mio malgrado, a iniziare un nuovo viaggio. Un viaggio che mi avrebbe condotto dritto dritto fino al mare, dove forse finalmente avrei potuto trovare di nuovo riposo.



La piena del fiume: Ciottolino riprende il suo viaggio

Capitolo 4 - Ciottolo su ciottolo: una nuova straordinaria avventura

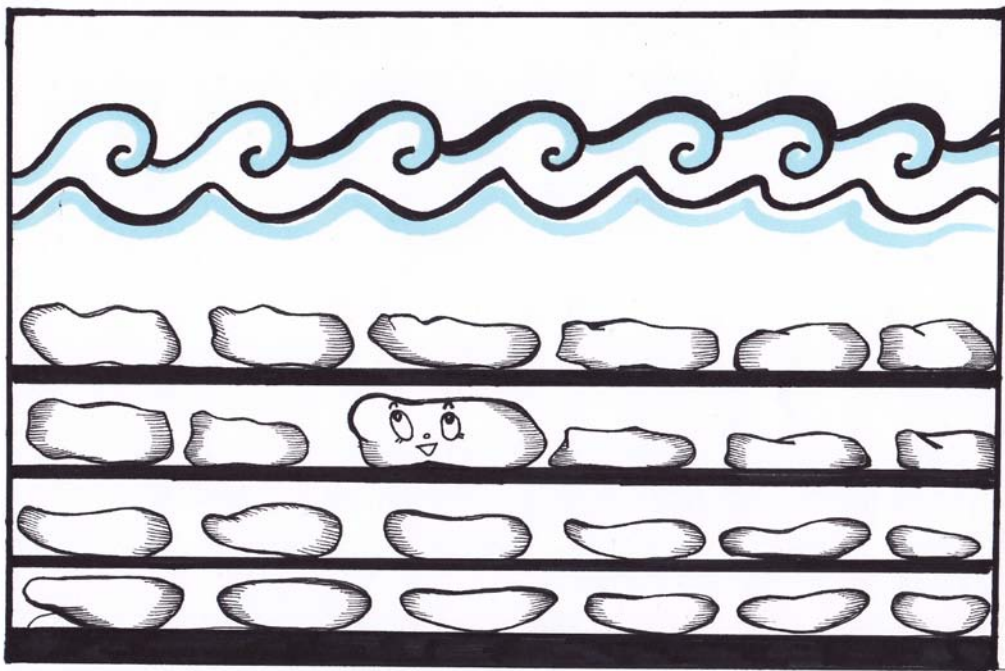
Prima uno, poi un altro, e dopo un altro ancora ... Sentivo i miei compagni che uno dopo l'altro si abbandonavano sopra di me, premendomi col loro peso ... Di certo non immaginavo che questa cosa sarebbe andata avanti per un lunghissimo tempo.

Ma cosa stava succedendo? E soprattutto, dove ero capitato?

Il peso dei miei compagni sopra di me cominciava a opprimermi ...

Ero infatti giunto in quello che i geologi umani chiamano bacino di sedimentazione: proprio lì, in fondo al mare, i detriti si accumulavano strato su strato, ciottolo su ciottolo, i più vecchi in basso e i più giovani, man mano che arrivavano trasportati dalle acque, più in alto*. È in questo posto stranissimo che sarei andato incontro ad una nuova straordinaria avventura!

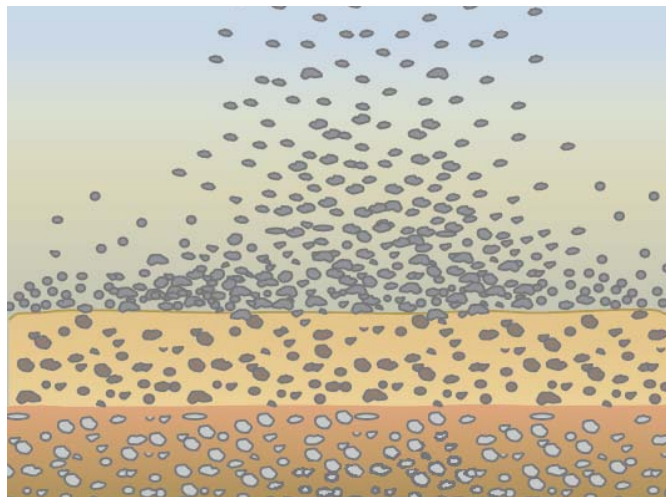
Nel frattempo venni informato dai compagni sotto di me che questa cascata di ciottoli di ogni forma e dimensione provenienti dall'alto, andava avanti lentamente ma incessantemente già da moltissimo tempo e che forse non avrebbe avuto mai fine! L'unica cosa da fare era fargli l'abitudine.



Ciottolino nel bacino di sedimentazione

* Si può qui accennare all'altro importante principio della geologia storica: il principio stratigrafico che afferma che in una sequenza di livelli o tratti in un corpo roccioso gli strati più profondi devono essere considerati più antichi rispetto a quelli più superficiali. Esso è alla base della cronologia relativa (vedi il Materiale di studio *Implicazioni metodologiche del Tema Terra e Universo – Il principio stratigrafico*).

Era passato ormai molto tempo e mi ero ormai abituato a vivere col peso di sempre più numerosi compagni sulle spalle. In fin dei conti c'era anche un aspetto positivo: tutta quella compagnia mi ricordava i bei tempi di quando ero stato tutt'uno con Mamma Montagna.



Una vera e propria cascata di amici!

Quando i fluidi mineralizzatori iniziarono a circolare tra i ciottoli e il cemento e la matrice a depositarsi tra essi, capii che da quel momento in poi non sarei stato più solo. Ero in procinto, infatti, di divenire parte di una bella roccia sedimentaria, un conglomerato per la precisione, nella quale avrei convissuto insieme a tanti altri ciottoli fratelli provenienti quasi tutti dalla stessa Mamma Montagna.

Mi riconosci nella foto? Sono il grosso sasso al centro e intorno vi sono tutti i miei nuovi amici. Che miracolo la diagenesi!



Ciottolino all'interno del conglomerato

È ora possibile accennare alla **diagenesi**: il processo che trasforma i sedimenti sciolti in una roccia. Man mano che gli strati di sedimenti si accumulano l'uno sull'altro (è questo il motivo per il quale le rocce sedimentarie hanno generalmente una disposizione a strati sovrapposti), i sedimenti più profondi si trasformano in una roccia sedimentaria. Il processo consiste di due tappe: la **compattazione** (i granelli si avvicinano l'uno altro e diminuiscono gli spazi vuoti tra essi) e la **cementazione** (i granelli si saldano tutti insieme). La compattazione e la cementazione avvengono grazie a diversi fattori quali la temperatura, la pressione e alcune trasformazioni chimiche, come la precipitazione dei sali contenuti nelle acque circolanti negli spazi tra un granello e l'altro.

Capitolo 5 - Una nuova serie di trasformazioni inattese

Passò molto tempo, difficile dire quanto, ma sicuramente un tempo molto lungo, quando cominciai a percepire, prima debolmente, ma poi in modo sempre più forte, una misteriosa forza che sembrava trascinare verso il basso me, il conglomerato di cui facevo parte e l'intero strato di rocce all'interno del quale era collocato: col passare del tempo la placca litosferica in cui era contenuto il mio strato roccioso era giunta infatti in prossimità di una fossa di subduzione: un posto davvero infernale dove – così si dice – le rocce vengono trascinate giù, sempre più giù, come in una sorta di orrendo buco nero che tutto inghiotte e niente lascia uscire!

Di giorno in giorno la pressione esercitata dagli strati di rocce che mi sovrastavano aumentava e io sentivo che i miei cristalli si appiattivano e si allungavano tutti nella stessa direzione: dovevo ormai trovarmi a diversi km di profondità!



Siamo di fronte ora a un processo di **metamorfismo regionale**, il tipo più importante di metamorfismo che si verifica in seguito ai lenti movimenti della crosta terrestre responsabili della formazione delle catene montuose, che fanno sì che intere regioni sprofondino all'interno della crosta terrestre. I fattori che generano i cambiamenti sono sia le elevate pressioni, orientate in una particolare direzione, sia le alte temperature. In particolare si fa qui riferimento ad un metamorfismo di basso grado dovuto principalmente all'azione della pressione, che prevale a profondità non troppo elevate, determinando una caratteristica detta **scistosità** che determina la facilità con cui tali rocce possono essere suddivise in lastre; essa consiste nell'orientamento dei minerali secondo piani paralleli. Tipiche rocce scistose sono le **ardesie**.

Che strana sensazione di stiracchiamento! A volte mi sembrava che i miei cristalli fossero trascinati tutti in una certa direzione, proprio come le persone a contatto l'una con l'altra in un autobus molto affollato, che sono costrette inevitabilmente a muoversi tutte insieme.

I miei compagni erano ormai indistinguibili e i diversi ciottoli erano ora parte di un'unica roccia metamorfica dove i cristalli erano orientati per piani paralleli e, per le forti pressioni, cominciavano ad assumere un aspetto a zig zag.

Col passare del tempo anche la temperatura divenne insopportabile e avvertii che i miei cristalli, non avrebbero più potuto resistere molto a lungo: essi infatti stavano lentamente trasformandosi, acquisendo forme nuove. Fui costretto così a cambiare di abito cristallino più di una volta.

Si fa ora riferimento ad un metamorfismo di più alto grado generato all'azione della temperatura che prevale invece a profondità maggiori e può far sì che le particelle che compongono la roccia si aggregino formando nuove strutture cristalline (**ricristallizzazione**). I **marmi**, ad esempio, derivano da un calcare di tipo sedimentario che si è fuso e poi è nuovamente solidificato formando minuti cristalli di calcare simili ai granellini di zucchero. Essi possono avere origine sia da metamorfismo da contatto sia da metamorfismo regionale.

Oramai ero diventato una bella roccia metamorfica, con gli strati tutti pieghettati e tanti bei cristalli tutti nuovi di zecca! Nella mia nuova foto ora è davvero difficile riconoscermi!



Ciottolino nella sua nuova condizione di roccia metamorfica:
impossibile riconoscerlo

Fu proprio mentre ero intento in uno di questi cambiamenti di toilette che mi giunse una notizia davvero inaspettata: era circolata di roccia in roccia e si diceva provenisse da molto lontano, da un posto situato molto più in basso, quasi a contatto col mantello, dove pareva che stesse verificandosi qualcosa di veramente straordinario. Secondo questa notizia tutte le rocce non solo hanno una mamma, ma avrebbero anche un papà, un padre dal nome strano e misterioso: Papà Magma.

Avevo anch'io un papà?

Capitolo 6 - Il misterioso Papà Magma

Più passava il tempo, più le rocce sprofondavano nel cuore della Terra e più circolavano tra esse nuove voci riguardanti il misterioso Magma.

Chi diceva che fosse caldissimo e straordinariamente ricco di energia, chi che contenesse addirittura del gas. Alcuni sostenevano che fosse allo stato liquido, il che per una roccia è qualcosa di veramente assai strano (cosa c'è di più di solido, se non una roccia?); altri sostenevano che le sue particelle erano di fuoco, dello stesso colore del Sole al tramonto.

Ma ciò che più incuriosiva Ciottolino era la diceria che il magma fosse il padre di tutte le rocce e che tutte loro, prima o poi, sarebbero finite lì, in questo luogo incandescente e misterioso di cui aveva timore persino a pronunciare il nome:

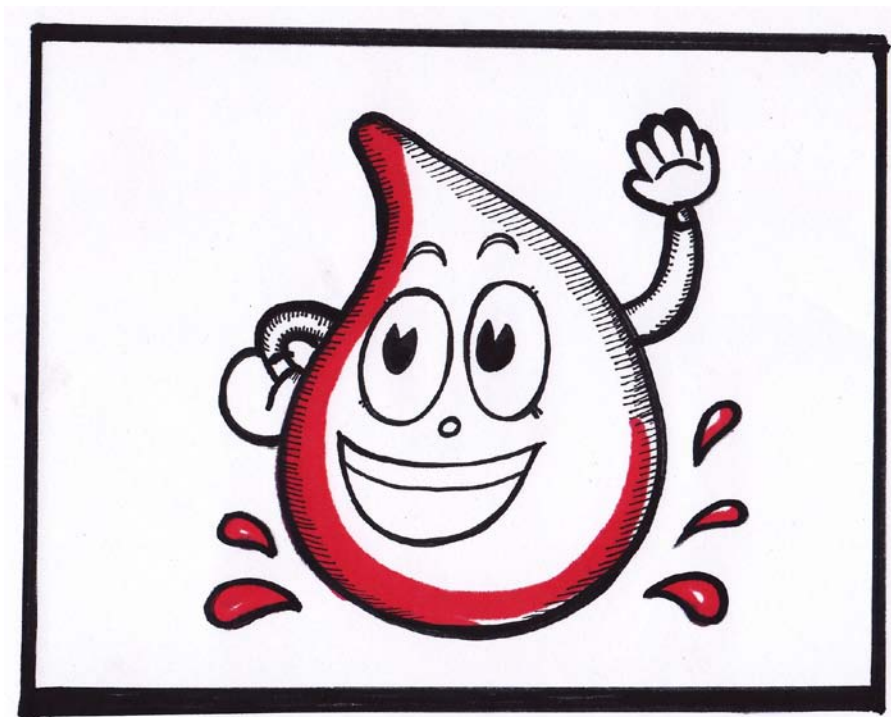
m a g m a.

D'altro canto si rincuorava pensando tra sé che se tutte le rocce hanno origine da lì, forse non era il caso di provare tanta paura: in fin dei conti il magma era il papà di tutti loro!



Il misterioso magma

Capitolo 7 - Ciottolino decide di cambiare nome



Gocciolino

La trasformazione non fu dolorosa ...

Quando la forte pressione non ebbe più la forza di contrastare l'aumento di temperatura, che tendeva a far fondere i miei cristalli, mi sentii venir meno: d'un tratto tutti i miei cristalli cominciarono a vibrare così fortemente che le particelle che li componevano, che fino a quel momento erano state unite tutte insieme, iniziarono a separarsi l'una dall'altra.

Che magnifica sensazione di leggerezza!

Ora le mie particelle, che precedentemente erano state unite nei cristalli, erano libere di muoversi e di spostarsi in quanto dotate di un movimento incessante irrefrenabile dovuto all'elevatissima temperatura.

Sentivo di non avere più confini: ero diventato parte di un immenso mare caldo e tumultuoso. Non ero più solido, ma liquido: ora ero io stesso una goccia di magma contenuta in un immenso mare di magma.

Se durante il processo metamorfico la temperatura continua ad aumentare, ad un certo punto alcuni minerali iniziano a fondere, segno che indica che si è andati oltre il campo fisico di esistenza delle rocce metamorfiche e si è entrati in quello delle rocce magmatiche. La temperatura alla quale ha inizio l'**anatessi**, il processo responsabile della formazione del magma, varia da un minimo di 650° C a un massimo di circa 1100° C ed è influenzata sia dalla pressione litostatica (e quindi dalla profondità) sia dalla composizione chimica della roccia metamorfica. Durante l'anatessi si forma una struttura parzialmente fusa detta **migma**. In tali condizioni può verificarsi il fenomeno dell'**ultrametamorfismo**, caratterizzato dalla formazione di rocce originatesi dal raffreddamento del migma, le **migmatiti**, rocce ibride in parte metamorfiche e in parte magmatiche. Se il processo continua, l'intera massa fonde, trasformandosi in magma: il processo metamorfico sfocia pertanto in quello magmatico.

Non c'era d'avere paura, anzi!

Il ritrovarmi come goccia circondata da un mare di infinite gocce simili a me, era come un caldissimo abbraccio ..., una sensazione rassicurante e al contempo stimolante: avvertivo infatti di far parte di un qualcosa di grande e di potente. Inoltre era anche molto piacevole: non mi ero mai sentito così pieno di forza e di energia!

Avevo finalmente ritrovato in quell'abbraccio quella sicurezza che solo un padre può dare!

La gioia era così intensa che decisi subito di cambiar nome: d'ora in poi non mi sarei chiamato più Ciottolino ma Gocciolino, un nome molto più adatto al mio nuovo stato fisico.

Un solo dubbio mi tormentava: quale sarebbe stato ora il mio destino?

Decisi così di rimanere ad osservare ciò che in futuro sarebbe accaduto ai miei compagni.

Capitolo 8 - Il finale che non c'è

La storia non ha un finale.

Spetta a voi ragazzi scriverlo, dopo esservi documentati sul processo magmatico, un lavoro che potete gestire con l'aiuto, oltre che del docente di scienze, anche di quello di italiano.

Dal punto di vista geologico alcuni possibili sviluppi per le storie degli "amici" di Gocciolino possono essere *:

1. da magma a roccia magmatica intrusiva olocristallina (granito).
2. da magma a roccia magmatica effusiva con struttura microcristallina (basalto).
3. da magma a roccia magmatica effusiva con struttura porfirica (porfido).
4. da magma a roccia effusiva con struttura vetrosa (ossidiana).

I riferimenti sono nel percorso *Le rocce raccontano – Attività 2 – IL PROCESSO MAGMATICO* e nell'attività *Formiamo una roccia magmatica*.

* Le **rocce magmatiche** o **igne** derivano dal raffreddamento e dalla solidificazione del magma, una massa rocciosa fusa posta all'interno della crosta terrestre o nella parte superiore del mantello. Più precisamente il magma è un sistema complesso comprendente una fase liquida silicatica ad alta temperatura, una o più fasi solide (minerali cristallizzati) ed una fase gassosa più o meno abbondante. Se il magma si raffredda e solidifica all'interno della crosta terrestre, si formano le **rocce intrusive**, se invece si raffredda e solidifica all'esterno, si formano le **rocce effusive**. Questi due tipi di rocce magmatiche sono molto diversi tra loro: nelle rocce intrusive il raffreddamento del magma è molto lento e la solidificazione avviene sotto il peso delle rocce sovrastanti. In tali condizioni i minerali che si formano risultano costituiti da grossi cristalli, visibili ad occhio nudo, e la roccia ha una **struttura granulare**, come nel granito (sviluppo del finale n. 1). Nelle rocce effusive, invece, il magma si raffredda velocemente ed il processo di formazione dei cristalli risulta limitato e a volte addirittura impedito. A seconda dei casi si può formare una **struttura microcristallina**, con cristalli molto piccoli visibili solo al microscopio, come nel basalto (sviluppo 2), o una **struttura porfirica**, con alcuni grossi cristalli immersi in una massa microcristallina o non cristallina, come nei porfidi (sviluppo 3), o anche una **struttura amorfa**, del tutto priva di cristalli, come nell'ossidiana e nelle pomice (sviluppo 4).