



La transizione energetica attraverso modelli educativi ispirati agli organismi vegetali

Energy transition through educational models inspired by plant organisms

Stefania Caparrotta

DAGRI - Università degli Studi di Firenze – stefania.caparrotta@unifi.it

ABSTRACT

Climate changes are the side effects of anthropogenic activities over the past two centuries. Which are the activities that it could be taken into account to create a sustainable development model, meeting the present needs without compromising the future generation growths? Current modern societies are involved to carry out activities as ecological transition in order to decrease the greenhouse gas emissions released by energetic processes that use limited planet's resources, fossil fuels.

Waiting for this slow transition, it is also necessary to address environmental issues in the world of education, an awareness that should be received by the institution first, acquired by teachers and then lived by students.

Finally, in order to deal with this radical transformation, it would be useful to recognize the main role of plants as oxygen producers, at the base of food chains, organisms able to capture carbon dioxide released by anthropogenic activities (energetic processes) new models based on plant organisms because essentials to maintain the fragile equilibrium of natural ecosystems.

I cambiamenti climatici sono gli effetti collaterali delle attività antropiche degli ultimi due secoli. Quali sono le attività che potrebbero essere considerate per realizzare un modello di sviluppo sostenibile, che soddisfi i bisogni del presente senza compromette la crescita delle future generazioni? Le attuali società moderne sono coinvolte nell'eseguire azioni come la transizione ecologica per ridurre l'emissione di gas serra rilasciati dai processi energivori che utilizzano le risorse limitate del pianeta, i combustili fossili.

In attesa di questa lenta transizione, è necessario affrontare le questioni ambientali nel mondo dell'educazione, una consapevolezza che dovrebbe essere recepita prima dalle istituzioni, acquisita dagli insegnanti e poi vissuta dagli studenti.

Infine, per affrontare questa radicale trasformazione, è necessario riconoscere il ruolo principale delle piante come produttori di ossigeno, alla base delle catene alimentari, organismi capaci di catturare l'anidride carbonica rilasciata dalle attività antropogeniche (processi energivori): nuovi modelli basati sugli organismi vegetali poiché indispensabili per il mantenimento del fragile equilibrio degli ecosistemi naturali.

KEYWORDS

Energy Transition, Plant Organisms, Sustainable Development, Education, Agency

Transizione Energetica, Organismi Vegetali, Sviluppo Sostenibile, Educazione, Agency.

Introduzione: i processi energivori e gli scompensi conseguenti

Gli ultimi duecento anni di vita del pianeta hanno determinato la trasformazione della società: come noto, da quella agricola e artigianale a quella industrializzata e ibridata con l'intelligenza artificiale. Una variazione repentina, considerando i tempi di cambiamento e adattamento degli esseri viventi, scandito da diverse tappe progressive: dall'utilizzo della macchina a vapore alimentata a carbone, all'impiego del petrolio e derivati; dalla diffusione dell'elettricità e dell'industria chimica, all'espansione dei trasporti terrestri, aerei e marittimi; dallo sviluppo delle telecomunicazioni, alla realizzazione di nuove tecnologie basate su informatica ed elettronica; dall'introduzione di macchine per la semina e raccolta, all'impiego di concimi e prodotti fitosanitari per massimizzare la produttività delle colture.

La globalizzazione intrapresa tra il XX e il XXI secolo ha definito un ulteriore strappo: aumento di consumi e di produzioni determinano il trasporto di grandi quantità di merci da un continente all'altro e la dipendenza dal rifornimento di materie prime. Per garantire lo sviluppo delle società all'interno dei nuovi ecosistemi artificiali (città), l'approvvigionamento di fonti energetiche è avvenuto ed ancora oggi avviene a spese delle risorse limitate del pianeta. Carbone, gas e petrolio – genericamente i combustibili fossili – sono risorse non rinnovabili e limitate (prodotti derivati dalla lenta decomposizione di materia organica di origine vegetale ed animale avvenuta nel corso di milioni di anni). L'enorme produzione di beni e servizi del mercato globale richiede l'utilizzo di impianti, mezzi di trasporto, macchine che consumano energia. Quindi non solo le industrie sono ancora basate su una fonte energetica quasi esaurita, ma nel corso di decenni i prodotti di scarto di questi *processi energivori* si sono accumulati all'interno dell'atmosfera, ovvero molecole gassose, come l'anidride carbonica (CO₂) e altri inquinanti (organici ed inorganici).

1. L'impatto sul pianeta dei processi energivori

Qual è l'impatto delle attività antropiche nell'equilibrio degli ecosistemi terrestri e marini? Prima di tutto è necessario ricordare il noto fenomeno di effetto serra. In condizioni ottimali, il clima sulla Terra deriva dall'equilibrio che si crea tra quella parte di radiazione luminosa assorbita dalla superficie terrestre e dagli organismi vegetali e dal rilascio di energia non assorbita sotto forma di calore. Quest'ultimo è responsabile del clima mite sulla Terra che lentamente si disperde all'esterno dell'atmosfera oltre lo strato di ozono. Inoltre, è necessario ricordare l'importanza dei cicli biogeochimici delle sostanze inorganiche come azoto, ossigeno, acqua e carbonio. Tra questi, fondamentale è il ciclo del carbonio: una quota di CO₂ è as-

sorbita dalla vegetazione (grazie al processo della fotosintesi clorofilliana) mentre un'altra quota passa dallo stato gassoso allo stato liquido dissolvendosi negli oceani (circa il 30% della CO₂ atmosferica).

Nel corso del velocissimo processo di industrializzazione, nell'atmosfera si sono accumulati alti livelli di CO₂ e altri gas ovvero i prodotti di scarto dei processi energivori: ad oggi, la concentrazione media di CO₂ è di 418 ppm (parti per milione)¹. Queste elevate quantità non riescono più ad essere smaltite dal naturale ciclo del carbonio quindi nel tempo si sono sempre più accumulate all'interno dell'atmosfera. Queste molecole gassose inoltre non permettono la dispersione del calore (quella parte di radiazione luminosa non assorbita dalla Terra) causando così l'aumento della temperatura terrestre (effetto serra). Ad oggi è stato registrato l'innalzamento della temperatura globale² pari a 1°C. Seppur minima, questa variazione di temperatura incide sull'equilibrio radiazione/assorbimento con forti ripercussioni sul corso naturale dei processi climatici. Le cronache riportano, sempre più frequenti nel tempo e violenti come forza, fenomeni atmosferici naturali (uragani, tempeste e tornado), prolungati periodi siccità, innalzamento del livello del mare, fioritura anticipata delle colture. A ciò si aggiungono decenni di numerose catastrofi di origine antropica che hanno danneggiato il delicato equilibrio degli ecosistemi, di seguito sono riportati alcuni esempi: 1976, fuga di diossina da una fabbrica di Seveso (Milano); 1985, esplosione e fuoriuscita di sostanze nocive da uno stabilimento in India; 1986, fuga di materiale radioattivo dalla centrale nucleare di Cernobyl (Ucraina); 1989, oltre quaranta milioni di litri di petrolio versati sulla costa asiatica prossima all'Alaska; 2010, circa cinque milioni di barili di petrolio in mare dopo un'esplosione nel Golfo del Messico; 2020, cedimento di una cisterna in una centrale energetica in Siberia con sversamento di tonnellate di diesel.

Un altro rilevante fenomeno imputabile all'aumento della CO₂ è l'abbattimento volontario ed involontario di numerosi alberi (foreste), il copioso numero di incendi, il massiccio disboscamento e la conversione di terre ricche di biodiversità in ampie distese di terreni e spazi da destinare all'agricoltura e all'allevamento. Queste azioni, quasi tutte riconducibili alla mano dell'uomo, hanno inevitabilmente ridotto la presenza di quelle risorse naturali capaci di assorbire naturalmente l'anidride carbonica, ovvero gli organismi vegetali.

2. Gli ultimi trent'anni di questione ambientale

L'impatto dei processi energivori e il relativo disequilibrio conseguente, è oggetto della cosiddetta "questione ambientale" già dal 1992, con l'istituzione da parte dell'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU) della Conferenza delle Parti (COP – Conference of Parties) nella quale è stata ratificata la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC – United Nations Framework

1 Il Global Monitoring Laboratory della National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) è un laboratorio di monitoraggio che registra l'andamento dei principali gas serra nell'atmosfera come anidride carbonica (CO₂) e metano (CH₄). La concentrazione di CO₂ è in costante aumento passando dai 320 ppm (parti per milione) registrati negli anni '60 fino ai 418 ppm di oggi (2022). <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>

2 I principali indicatori dei cambiamenti climatici (ad esempio la temperatura media della superficie terrestre e degli oceani, emissioni di gas serra ed innalzamento del livello del mare) sono consultabili sul sito internet <https://climate.nasa.gov/> grazie ai dati raccolti in tempo reale dai satelliti artificiali che orbitano intorno al pianeta Terra.

Convention on Climate Change). Gli Stati intendevano prendere decisioni per ridurre le emissioni antropiche di gas serra e prevenire gli effetti del riscaldamento globale. Al primo atto sono seguiti altri protocolli di buone intenzioni: nel dicembre 1997 è stato pubblicato il protocollo di Kyoto, con l'entrata in vigore solo nel 2005 e con la scadenza degli obiettivi fissata per la fine dell'anno 2012. Con l'accordo di Doha (COP18) la scadenza attuativa del protocollo è stata procrastinata al 2020. Nel 2015 il successivo accordo di Parigi (COP21) ha imposto a 1,5°C il limite massimo di innalzamento della temperatura globale con riduzione dell'emissione di CO₂ di almeno il 45% entro il 2030. La recente COP26 (Glasgow, 2021) non ha deliberato prese di posizione di rilevante impatto. È stata sottoscritta una dichiarazione con la quale gli Stati si impegnano entro il 2030 a fermare la deforestazione e ridurre le emissioni di gas metano del 30% rispetto ai livelli del 2020, ma a quest'ultimo accordo non hanno aderito Australia, Cina, Russia, India e Iran. Sempre nel 2021, la Commissione europea per raggiungere entro il 2050 gli obiettivi del *Green Deal* ha adottato il pacchetto climatico "Fit for 55" con proposte volte ad abbattere le emissioni di gas serra del 55% entro il 2030 con una completa decarbonizzazione entro il 2050.

Sa da una parte emerge una crescente preoccupazione e consapevolezza della necessità di preservare e difendere la biodiversità naturale che ancora non è andata distrutta cercando al tempo stesso di ridurre l'impronta del carbonio (*carbon footprint*), dall'altra gli obiettivi di forte e immediato impatto sono costantemente allontanati. Alcuni paesi europei sono già riusciti a ridurre le proprie emissioni di gas serra ma per avere un effetto a livello globale, questo traguardo deve essere raggiunto anche dalle grandi potenze economiche come Stati Uniti, Russia, India e Cina.

La odierna tensione verso la realizzazione della transizione ecologica includerebbe l'impegno dei settori industriali a produrre/utilizzare le energie rinnovabili – solare, eolico, biomasse, geotermico e idroelettrico – fornendo/attuando soluzioni per l'efficienza energetica, l'edilizia sostenibile, la conservazione degli ecosistemi, la riforestazione, l'agricoltura biologica e la bonifica di siti contaminati.

3. Sviluppo sostenibile e transizione ecologica

Anche l'attuale principio della sostenibilità è frutto della consapevolezza culturale maturata negli ultimi trent'anni. Già nel 1987, Gro Harlem Brundtland (allora presidente della World Commission on Environment and Development) stilò un rapporto nel quale definì per la prima volta il principio di "sviluppo sostenibile" ovvero uno sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare i propri bisogni. Sulla sostenibilità si basano i criteri e gli obiettivi europei dell'Agenda 2030 che cerca di conciliare benessere e crescita economica con il rispetto dell'ambiente e delle risorse naturali.

In Italia, con molto ritardo, siamo entrati da pochi mesi nella fase di transizione ecologica, che prevede in questa prima fase l'ammodernamento dei sistemi di riciclaggio dei rifiuti, l'incremento della produzione di energia rinnovabile come l'eolico e il solare. L'accompagnamento di questa lenta rivoluzione, nella concretezza della vita quotidiana, ha per ora prodotto incentivi per l'utilizzo di trasporti elettrici a emissioni zero e l'avvio dei processi di attuazione della "green economy", un modello di produzione ecologicamente sostenibile, che attua politiche attente ai temi di protezione ambientale, l'uso di tecnologie e prodotti a basso impatto ecologico e con comportamenti di consumo responsabili.

Data la difficoltà riscontrata nell'attuare questo lento processo di transizione, attualmente viene utilizzata l'opzione di messa a dimora delle piante. Essa risulta essere una misura a basso costo per l'abbattimento della CO₂ (ma che si dimostrerà potente solo nel lungo periodo). Le piante, anche se organismi sessili, sono capaci di attuare quel processo unico sul pianeta Terra, la fotosintesi clorofilliana, che utilizza la radiazione luminosa come fonte di energia per sintetizzare molecole di glucosio (zuccheri) a partire da molecole di acqua e CO₂ rilasciando come prodotto di scarto molecole di ossigeno (O₂). Ciascuna pianta lentamente sequestra ingenti quantità di CO₂ dall'atmosfera immagazzinandola nei tessuti (foglie, fusti e radici) ricostituendo quel sottile equilibrio alterato dalla mano dell'uomo. In questa direzione va considerata la recente iniziativa di mettere a dimora almeno 1000 miliardi di alberi (Bastin et al 2019).

4. La prospettiva introdotta dalla “Nazione delle Piante”

Un ecosistema, per definizione, è rappresentato da comunità di esseri viventi che interagiscono con l'ambiente che li circonda. In un recente studio pubblicato nel 2018 (Bar-on, Phillips, & Milo, 2018) è stata quantificata la distribuzione degli esseri viventi sul pianeta Terra in termine di biomassa: circa l'80% è rappresentato dalle piante mentre solo lo 0,01% dagli organismi animali. Le piante sono riuscite a colonizzare sia gli ambienti acquatici che le terre emerse adattandosi non solo alle diverse condizioni ambientali ma anche sostenendo attivamente il delicato equilibrio di numerosi ecosistemi. Le piante sono fondamentali per la produzione quotidiana di ossigeno, necessario per la respirazione, e al tempo stesso sono alla base della catena alimentare. Sembra scontato, ma il diritto fondamentale della vita sulla Terra dipende dalle piante e la loro esistenza, anche solo per numero, distribuzione e funzione, dovrebbe essere preservata ad ogni costo al pari di qualsiasi altro essere vivente (Mancuso, 2019, pp.17-30).

Ritornando alla definizione di ecosistema, quando si parla di comunità di esseri viventi non esiste una suddivisione o una classificazione in quanto è presente un invisibile relazione che ne permette la loro convivenza. Ad esempio, a livello della rizosfera, ovvero quella porzione di suolo che circonda le radici, le piante attivamente scambiano informazioni non solo con le radici di altre piante ma anche con gli organismi del suolo, tra queste ricordiamo una delle più famose associazioni simbiotiche con i funghi, le micorrize: il vantaggio di questa relazione è reciproco, le piante forniscono sostanze organiche al fungo mentre il fungo fornisce acqua e sali minerali alle piante. Un'altra stretta relazione è la simbiosi che si instaura fra i batteri azoto-fissatori e le leguminose. Una volta avvenuto il riconoscimento pianta-batterio si instaura una simbiosi molto vantaggiosa per entrambi: i batteri ricavano un ambiente ricco di zuccheri ideale per la crescita, mentre la pianta riceve dal batterio un costante approvvigionamento di azoto. Anche l'uomo è un organismo che attua relazioni simbiotiche con i microrganismi (pensiamo ai miliardi di batteri che ospitiamo all'interno del corpo umano necessari per le nostre funzioni vitali come ad esempio la digestione). È necessario riconoscere le comunità naturali come società cooperative molto più sofisticate di quello che siamo portati a pensare e tali invisibili relazioni sono fondamentali per il corso e lo sviluppo di tutte le funzioni vitali degli ecosistemi naturali. Inoltre, l'attuazione di queste relazioni si concretizza grazie al modello semplice di organizzazione diffusa e decentralizzata molto più efficace delle note organizzazioni gerarchiche. La struttura di tipo modulare e ripetuta consente alle piante di distribuire le pro-

prie funzioni vitali: ogni parte è importante ma non indispensabile (Mancuso, Viola, 2013, p.30): le funzioni vitali delle piante non sono centralizzate in un unico organo ma distribuite su tutto l'apparato vegetale (chioma e radici) e anche se subiscono dei danni a una loro porzione sono ugualmente capaci di adattarsi alla nuova condizione proseguendo il loro naturale ciclo vitale.

Le piante con le loro radici sono ben ancorate al terreno ed inevitabilmente sono molto più sensibili al cambiamento delle condizioni ambientali. Seppur impercettibili, le piante sono dotate di movimenti (per poter osservare i movimenti è utilizzata la tecnica del *time lapse*). Il movimento in seguito all'azione di uno stimolo esterno è definito tropismo. Tra i numerosi movimenti delle piante ricordiamo il foto-tropismo ovvero la crescita verso una sorgente luminosa, il gravi-tropismo la crescita in direzione del vettore di gravità, il fono-tropismo la crescita in direzione di uno stimolo sonoro, il tigmo-tropismo e il chemio-tropismo rispettivamente la risposta ad uno stimolo tattile e chimico. In alcune specie vegetali, i movimenti delle piante sono rapidi e veloci come la chiusura delle foglie della *Mimosa pudica* in risposta a stimolo tattile (Hagira and Toyota, 2020). Un altro esempio è rappresentato dalle piante carnivore come la *Dionea muscipula* che per sopperire alla mancanza di un nutriente fondamentale come l'azoto ha evoluto un meccanismo di cattura delle prede ricche di questo elemento: gli insetti. La chiusura delle foglie-trappole è mediata dalla propagazione di un segnale elettrico. Le trappole sono formate da due lembi e nella porzione interna sono presenti dei piccoli peli che hanno la funzione di sensore. Quando sulle foglie è presente un insetto, la trappola si chiude immediatamente dopo che i peli sensore sono stati toccati almeno due volte nell'arco di venti secondi. Il segnale meccanico del tocco viene convertito in un segnale elettrico che si propaga all'interno della foglia permettendo così la rapida chiusura della trappola. Se nell'arco di venti secondi avviene un solo tocco la trappola non si chiude e ogni trenta-quaranta secondi la 'memoria' viene resettata (Volkov, Adesina, Jovanov, 2007). Infine oltre i movimenti attuati sul posto, le piante possono percorrere lunghe distanze grazie ai semi, che trasportati dal vento, dall'acqua, dagli animali ma anche dall'uomo possono viaggiare e colonizzare diverse aree geografiche.

Le piante sono organismi fondamentali per il sostentamento e la crescita delle società antropiche. Non solo sono alla base della catena alimentare e fonte naturale di sostanze biologicamente attive utilizzate nel campo della medicina, ma sono anche fonte di ispirazione naturale (il velcro è stato realizzato grazie all'osservazione della bardana capace di attaccarsi al pelo degli animali mentre le recenti superfici autopulenti sono state ideate osservando le caratteristiche idrofobiche delle foglie di loto).

L'essere umano ha sconsideratamente consumato in poco tempo le risorse limitate e non rinnovabili del pianeta per la realizzazione del repentino progresso economico, come i combustibili fossili, sottraendole alle generazioni future, inquinando l'ambiente (terra, acqua e aria) ed alterando i cicli biogeochimici di azoto, ossigeno, acqua e carbonio. È necessario quindi preservare e difendere non solo le risorse naturali ma anche il lavoro effettuato nel corso di milioni di anni dalla Natura cercando di modificare quelle abitudini e gli sfrenati consumi delle società moderne al fine di garantire oggi un pianeta energeticamente sostenibile e un ambiente sano (atmosfera, suolo e acqua) per le generazioni di domani.

Conclusioni: educazione, esperienza, natura

L'Unione Europea considera le conoscenze e le competenze come fondamentali per la formazione, istruzione, educazione e lavoro, nella prospettiva di valorizzare lo sviluppo umano come fattore primario di una nuova società. Di concerto con il manifestarsi sempre più frequente degli effetti dei cambiamenti climatici, anche a livello di educazione e formazione è nata la necessità da parte delle scuole, e degli insegnanti, di integrare nella progettazione curricolare le attività riguardanti l'educazione ambientale.

È infatti necessario attuare processi di sviluppo sostenibile e affrontare gli effetti del cambiamento climatico trasmettendo alla comunità e alle nuove generazioni quelle conoscenze e competenze che permettano di creare qualcosa di diverso rispetto a ciò che finora è stato fatto, realizzare una cittadinanza più attiva e partecipata anche attraverso la formazione degli insegnanti delle scuole, la formazione professionale e le attività extrascolastiche. Per avere un'azione efficace è necessario allestire delle soluzioni che coinvolgano le istituzioni, a livello planetario. Sebbene siamo soltanto all'inizio del un lungo processo della transizione ecologica è possibile agire nel piccolo oggi, cercando di gettare le basi del futuro di domani.

Dal punto di vista educativo e formativo, possiamo fornire di significato e prospettiva le attività che si propongono negli ambienti di apprendimento, guardando alla vita del mondo delle piante. Se viene analizzato attraverso un approccio multidisciplinare, esso diviene stimolo di curiosità e al tempo stesso esempio di apprendimento, di tipo cooperativo e attivo.

Una certa sensibilità verso la comprensione dei fenomeni connessi alla vita delle piante e all'espressione dell'intelligenza vegetale, si è manifestata recentemente con l'iniziativa di singole istituzioni scolastiche, attraverso realizzazione di orti e giardini didattici, laboratori realizzati nell'ambito agro-alimentare, sicurezza alimentare, tracciabilità, agricoltura sostenibile e monitoraggio delle colture (anche attraverso l'intelligenza artificiale), studio delle energie rinnovabili ed impatto delle attività antropiche sull'ambiente (inquinamento aria, acqua, suolo). Altre iniziative, per esempio quelle realizzate dall'Associazione Manes ("La scuola del Mare" un progetto per la scuola primaria; "Asilo del Mare" e "Asilo del Bosco" per la scuola dell'infanzia) hanno aperto la strada alla possibile revisione della progettazione curricolare, fondata sugli aspetti sin qui presentati.

Lo sviluppo di queste tematiche – come hanno dimostrato le esperienze sino ad oggi raccolte – consentono la realizzazione di attività multidisciplinari che attingono alle risorse presenti sul territorio preservando *in primis* la biodiversità locale: ad esempio è possibile realizzare percorsi didattici durante l'intero anno scolastico osservando la vegetazione locale dal periodo autunno-inverno (caduta delle foglie delle piante caducifoglie differenziandole dalle piante sempreverdi) al periodo primavera-estate (fioritura anticipata, semina e raccolta dei frutti), privilegiando quel rapporto uomo-natura attraverso la riscoperta di osservare con curiosità la bellezza naturalistica che ci circonda e stimolare la consapevolezza di instaurare sempre più quelle lente relazioni con la Natura che abbiamo accantonato per seguire invece il veloce progresso economico.

Questo processo di consapevolezza è possibile realizzarlo attraverso il corpo docente che hanno quindi la necessità, prima di tutto, di integrare all'interno del loro percorso quelle informazioni necessarie per essere promotori di questo cambiamento. È necessario quindi sviluppare una condizione nuova di competenze attraverso lo sviluppo di una formazione iniziale e continua degli insegnanti i quali

sono e saranno chiamati a diffondere e trasmettere questa nuova sensibilità (conservazione e difesa dell'ambiente dall'azione antropica) alle future generazioni.

È molto probabile che affrontare il tema della sostenibilità e della transizione ecologica abbia bisogno sia di nuovi contenuti – per gli insegnanti così come per gli studenti – che di una più coraggiosa esperienza di cooperazione tra gli insegnanti di discipline diverse. Per altro, assumendo il pensiero di Franca Pinto Minerva (2017, p.189) la consapevolezza di essere tutti parte di una “struttura che connette” introduce all’etica della compassione e della ospitalità universale.

Riferimenti bibliografici

- Bar-On, Y.M., Phillips, R., & Milo, R. (2018). The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(25), 6506-6511.
- Bastin, J.F., Finegold, Y., Garcia, C., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D., Constantin M.Z., Crowther, T.W. (2019). The global tree restoration potential. *Science*, 365(6448), 76-79.
- Hagihara, T., Toyota, M. (2020). Mechanical Signaling in the Sensitive Plant *Mimosa pudica* L. *Plants*, 9(5), 587.
- Mancuso, S., Viola, A. (2013). *Verde brillante*. Firenze: Giunti.
- Mancuso, S. (2019). *La nazione delle piante*. Bari: Laterza & Figli.
- Pinto Minerva, F. (2017). Prospettive di ecopedagogia. A scuola dalla Natura. In M.L. Iavarone, P. Malavasi, P. Orefice, F. Pinto Minerva (eds.), *Pedagogia dell'ambiente 2017*. Lecce: Pensa MultiMedia.
- Volkov, A.G., Adesina, T., Jovanov, E. (2007). Closing of Venus flytrap by electrical stimulation of motor cells. *Plant signaling & behavior*, 2(3), 139-145.