

# *Gli ambienti di apprendimento all'insegna del biophilic design*

di *Bettina Bolten e Giuseppe Barbiero*

## **1. L'evoluzione della biofilia**

La biofilia è la nostra innata predisposizione a stabilire un legame emotivo con il mondo vivente (Wilson, 1984; Barbiero & Berto, 2016). La biofilia comprende un insieme di attitudini (Wilson, 1993), di emozioni (Barbiero & Marconato, 2016) e di valori (Kellert, 1997) che, nel loro insieme, costituiscono il nostro rapporto con la Natura (Barbiero, 2020). La biofilia si è evoluta nella Natura del tardo Pleistocene. Per circa il 95% della propria storia evolutiva, i *sapiens* sono sopravvissuti adottando uno stile di vita nomade basato sulla caccia e sulla raccolta. Nel tempo gli esseri umani hanno perfezionato molteplici risposte adattative ai diversi ambienti selvatici (Orians & Heerwagen, 1992) volte al riconoscimento della qualità di un ambiente in termini di risorse e di rifugio. Alcune nostre preferenze ambientali dipendono da regole di apprendimento innate in funzione della sopravvivenza dei nostri antenati e formano ancora oggi il nucleo primario e più profondo nella nostra biofilia (Berto *et al.*, 2015). Tuttavia, la biofilia ha subito ulteriori ex-adattamenti (Gould & Vrba, 1982) con il passaggio dalla cultura paleolitica alla cultura neolitica. A seguito dell'invenzione dell'agricoltura, circa 14.000 anni fa (Arranz-Otaegui *et al.*, 2018), la maggior parte delle popolazioni umane sono diventate sedentarie. Gli esseri umani hanno cominciato a distinguere l'ambiente domestico dall'ambiente selvatico. I rifugi sono diventati permanenti e sono nate le prime aggregazioni umane, i villaggi e poi le città (Larson *et al.*, 2014). In questo periodo, che copre circa il 5% della storia evolutiva umana, la biofilia strutturata nel Paleolitico è stata adattata alle nuove esigenze culturali. Infine, solo negli ultimi 250 anni gli esseri umani hanno accentuato la loro inclinazione alla trasformazione

dell'ambiente, fino a modificarlo in maniera permanente e irreversibile (Cru-  
tzen, 2006). In questo periodo le aggregazioni umane sono diventate progres-  
sivamente più grandi e più dense (Szreter & Mooney, 1998). Rispetto agli  
ambienti *wilderness* dove gli esseri umani si sono evoluti, le città – dove vive  
oggi il 55% della popolazione mondiale (Worldbank, 2019) – sono caratte-  
rizzate da carenza di verde, grandi folle, e luci artificiali (Beatley, 2011). La  
mancanza di stimoli naturali ha atrofizzato la biofilia (Wilson, 1993; Berto  
& Barbiero, 2017a). A seguito della rivoluzione industriale si è ulteriormente  
accentuato il distacco dalla Natura. Tale distacco è stato così forte che molte  
persone sentono la necessità di rigenerare la propria biofilia immergendosi  
nella Natura. Non sempre però è possibile recarsi nella Natura e allora è fon-  
damentale che gli ambienti artificiali permettano di riconnettersi con la Na-  
tura. Nasce così la progettazione biofila (*biophilic design*).

## 2. I principi del *biophilic design*

Il *biophilic design* è una scienza applicata che ha come obiettivo la pro-  
gettazione di spazi artificiali che siano più coerenti con l'innata biofilia  
umana (Kellert, Heerwagen & Mador, 2008). Stephen Kellert definisce il  
*biophilic design* come il deliberato tentativo di progettare ambienti coerenti  
con la nostra tendenza ad «affiliarci con i sistemi e i processi naturali» (Kel-  
lert, 2008, p. 3). Il *biophilic design* è articolato in pattern, caratteristiche e  
attributi (Kellert, 2008; Browning, Ryan & Clancy, 2014; Kellert, 2018) che  
si sono dimostrati efficaci in condizioni sperimentali (Berto & Barbiero  
2017b; Berto, Maculan & Barbiero, 2020). Il *biophilic design* è stato imple-  
mentato anche in protocolli di certificazione edilizia avanzati, quali Living  
Building Challenge<sup>®</sup>, WELL<sup>®</sup> e LEED<sup>®</sup>.

Durante la storia evuzionistica, la nostra mente e il nostro corpo hanno  
dovuto affrontare un mondo principalmente sensoriale dominato da caratte-  
ristiche ambientali critiche come luce, suoni, odori, tempo meteorologico,  
acqua, vegetazione, presenza di animali e varie tipologie di paesaggi (Kellert,  
2008). Per la sopravvivenza abbiamo sviluppato modelli adattativi in riferi-  
mento alla ricerca di un habitat con rifugi e risorse affidabili. Da questi mo-  
delli adattativi sono stati delineati dieci principi del *biophilic design*, neces-  
sari per ogni intervento progettuale che abbia come obiettivo il benessere e  
la salute psicofisica delle persone (Bolten & Barbiero, 2020). Negli ambienti

di apprendimento, il *biophilic design* assume una particolare rilevanza, perché evidenze sperimentali confermano che ambienti biofilii possono restituire ai giovani una maggiore capacità di concentrazione nello studio e ridurre lo stress percepito (Berto, Pasini & Barbiero, 2015; Barbiero *et al.*, 2017).

La diminuzione dell'esperienza dei giovani di oggi nella Natura causa una serie di disfunzioni fisiologiche e comportamentali (Louv, 2005). Gli ambienti di apprendimento sono luoghi ideali per ricollegarli con la vita naturale locale. Per stimolare i sensi bisogna fornire opportunità per esperienze gioiose e coinvolgenti con gli elementi naturali negli ambienti artificiali e durante l'*outdoor education* (Venturella & Barbiero, 2021). Nuovi strumenti tecnologici e informatici possono supportare queste esperienze. La corretta applicazione dei principi del *biophilic design* elimina gli stressori ambientali e crea gli stimoli e le condizioni per aumentare le *performance* degli studenti.

### **3. I dieci temi del *biophilic design***

I principi del *biophilic design* riguardano dieci temi specifici legati all'evoluzione della nostra specie: (1) luce; (2) aria; (3) acqua; (4) suoni; (5) odori; (6) protezione e controllo; (7) viste/visuali; (8) curiosità; (9) vegetazione; (10) caratteristiche fisiche: forme, materiali, finiture, colori.

*Luce.* Per i nostri antenati la quantità e la qualità della luce naturale erano fondamentali per sorvegliare il loro rifugio, per vedere eventuali prede e altre risorse e per svolgere le normali attività vitali. La luce sincronizza il nostro sistema circadiano che si distribuisce sulle 24 ore e che stabilisce il ritmo veglia-sonno e influenza le attività biologiche del nostro corpo e le risposte emotive (Roenneberg *et al.*, 2019). Con una luce calda, di bassa intensità, si ottengono ambienti interni rilassanti, mentre una luce fredda di elevata intensità rende un ambiente più vivo e stimolante ed è più adeguata ai momenti di studio (Rossi, 2019). Una buona progettazione illuminotecnica fin dalle prime fasi di un progetto, può valorizzare gli spazi e le funzioni a cui sono destinati, rispettando le esigenze rigenerative e di apprendimento degli alunni. La luce va scelta in base alla destinazione d'uso, alle caratteristiche degli ambienti, ai fruitori e agli oggetti presenti e dovrebbe essere regolabile per supportare le attività durante tutto il giorno (Engel & Dahlmann, 2001).

*Aria.* Un buon rifornimento di aria fresca era importante per i rifugi dei nostri antenati, anche per la presenza di focolari aperti. Un'inadeguata ventilazione in un ambiente di apprendimento riduce il rendimento degli studenti e porta sonnolenza (Sanoff, 2015). Il tema dell'aria interna riguarda la temperatura, i sistemi di riscaldamento in inverno e di raffreddamento in estate, la ventilazione, il tasso di umidità e la qualità dell'aria. Quest'ultima ha molteplici effetti affettivo-emotivi, cognitivi e fisiologici sugli individui (Costa, 2009; Baroni & Berto, 2013). La gestione dell'aria interna si suddivide in ventilazione naturale e ventilazione artificiale. La pratica biofila favorisce la prima attraverso la presenza di finestre e lucernari apribili che garantiscono frequenti ricambi d'aria all'interno delle aule scolastiche. La presenza di cortili interni e patii, di acqua cinetica e di vegetazione, può migliorare la ventilazione naturale. Una buona progettazione e una regolare manutenzione degli impianti garantiscono ambienti salubri e limitano gli inquinanti chimici, biologici e fisici dannosi per la salute di giovani e adulti.

*Acqua.* L'acqua è da sempre, insieme all'aria, la forza trainante per lo sviluppo della diversità della vita sul nostro pianeta. La presenza di acqua era direttamente collegata alla disponibilità di risorse. Perciò è ragionevole ritenere che abbiamo sviluppato una preferenza per ambienti con risorse idriche facilmente accessibili (Kaplan & Kaplan, 1989). Non sorprende che anche oggi la presenza di acqua abbia un effetto calmante sugli individui e, allo stato liquido e in movimento, viene associata al piacere estetico (Costa, 2009). L'acqua offre luoghi per la contemplazione e la rigenerazione, per il gioco e per il divertimento. Essa ha anche un significato rituale e spirituale in molte culture. L'integrazione di acqua negli spazi esterni sotto forma di stagni, ruscelli, canali, cascate o fontane, e in quelli interni con bacini, fontane, muri d'acqua, può offrire buone opportunità per avvicinare i giovani attraverso il gioco a questo elemento fondamentale della natura e ai cicli naturali per rigenerarsi durante le pause.

*Suoni.* Sembra plausibile che i suoni abbiano avuto un'importanza nella ricerca sia di rifugi affidabili, sia di risorse per assicurare la sopravvivenza (Buss, 2016, pp. 70-84). Un suono diventa rumore quando provoca una sensazione fastidiosa o intollerabile che è soggettiva per ogni individuo. Il rumore incide sulla capacità di concentrazione, l'efficienza e il benessere generale di giovani e adulti negli ambienti di apprendimento. La gestione dell'acustica degli spazi interni è spesso carente e può causare non pochi

problemi, perché l'essere umano non ha nessuna difesa naturale contro i rumori, e l'eccessiva e prolungata esposizione può avere effetti psicofisici negativi anche seri. Il *biophilic design* studia nel dettaglio ogni decisione su forma, geometria, volume e materiali che definiscono l'acustica di uno spazio. Suoni naturali accelerano la rigenerazione psicologica e fisiologica rispetto a suoni urbani, riducono l'affaticamento cognitivo e aumentano la motivazione. L'esposizione a suoni della Natura (pioggia, fruscio di foglie, canto degli uccelli, ecc.) può elicitare stati d'animo positivi riducendo irritabilità, senso di panico e sensazioni di depressioni nei bambini (Baroni & Berto, 2013).

*Odori.* Gli odori erano indicatori di salubrità dei rifugi e delle risorse dei nostri antenati, perché attraverso l'olfatto riuscivano a riconoscere la bontà dei cibi e dell'acqua. Gli odori sono soggetti a valutazioni soggettive, ma pare che quelli presenti in Natura, a cui è associato un valore in termini di risorsa, abbiano un effetto positivo sugli individui. La presenza di certe fragranze di fiori aumentano la concentrazione e la sensazione di benessere e incrementano il rendimento scolastico (Baron & Thompley, 1994). Al contrario, cerchiamo di evitare fastidiosi odori che segnalano un ambiente insalubre per la presenza di muffe, funghi, batteri, umidità, sostanze tossiche presenti in arredi e materiali da costruzione e di rivestimento, ma anche residui di cibo e rifiuti che nuocciono alla salute. Gli odori possono essere evitati con un buon ricambio dell'aria e con l'aiuto di finestre apribili in tutti gli ambienti e/o l'aerazione meccanica controllata.

*Protezione e controllo.* Il rifugio doveva essere protetto e inattaccabile all'interno e permettere il controllo di ciò che si svolgeva al suo esterno. Questo concetto si rifà alla teoria del *prospect-refuge* (Appleton, 1975). Ambienti confortevoli e accoglienti sono delimitati da soffitti né troppo alti (per evitare dispersione e insicurezza), né troppo bassi (per escludere un senso di soffocamento) e aumentano la sensazione di protezione (Hildebrand, 1991). Sarà premura dei progettisti creare il giusto equilibrio tra spazi protetti e privati e spazi più esposti e pubblici negli ambienti scolastici. Servono piccoli ambienti confortevoli, all'interno delle classi stesse o all'esterno, per il ritiro individuale o in piccoli gruppi, per rigenerarsi e per osservare quello che succede nello spazio intorno.

*Viste/visuali.* I nostri antenati hanno vissuto a lungo nella savana africana che permetteva il controllo visivo sul territorio per cercare potenziali risorse e per proteggersi dai pericoli. L'essere umano esprime una forte preferenza per viste dirette, preferibilmente da punti di osservazione rialzati, su elementi e paesaggi naturali che assomigliano alla savana (Orians & Heerwagen, 1986). La qualità delle viste in un ambiente di apprendimento dipende da fattori come l'esposizione dell'edificio, le caratteristiche degli ambienti circostanti, la presenza di stressori, la quantità e la tipologia delle vetrate con affaccio esterno, impedimenti alla vista (piante ingombranti, schienali alti degli arredi), la presenza di spazi esterni (terrazze, balconi), la posizione sopraelevata (da soppalco o terrazzo sul tetto), la disposizione e la tipologia degli arredi interni, l'utilizzo di divisori, ecc. Nei cortili scolastici gli alunni possono connettersi con il mondo naturale attraverso buone viste sulle aree circostanti gli edifici, soprattutto se si tratta di aree naturali.

*Curiosità.* La curiosità dei nostri antenati, si è trasformata in un vantaggio qualitativo sugli altri primati (Livio, 2017). Siamo "infovori" (Biederman & Vessel, 2006) e con l'esplorazione del mondo e dei suoi meccanismi, nel tempo ci siamo spinti ben oltre il mero obiettivo della sopravvivenza. La curiosità sembra essere fondamentale per il corretto sviluppo delle capacità percettive e cognitive nella prima infanzia, e per mantenere un forte ruolo nell'espressione creativa e intellettuale anche negli anni successivi (Livio, 2017). Uno spazio per l'apprendimento deve avere un sufficiente grado di complessità che si riflette nell'insieme degli elementi, oggetti, materiali, finiture e colori presenti per comporre ambienti coerenti, piacevoli e facilmente leggibili. Ai giovani va offerta la possibilità non solo di interagire con lo spazio, ma anche di modificarlo. Lo sviluppo della competenza ambientale dipende dal grado di manipolabilità (Prescott, 1987; Evans, Klewer & Martin, 1991) con l'aiuto di arredi e accessori flessibili e modificabili. Una sapiente suddivisione e alternanza di zone di luce e di ombra, l'abbassamento della luce in precisi momenti, ma anche l'inserimento di vegetazione per ostruire in parte la vista su quello che si trova dietro e la creazione di percorsi curvi che inducono l'osservatore a percorrerli, materiali inusuali al tatto, l'utilizzo di colori forti che stimolano i sensi, sono solo alcuni strumenti che favoriscono la curiosità e la voglia di esplorare dei giovani.

*Vegetazione.* La presenza della vegetazione è un indicatore di disponibilità di acqua e di altre risorse necessarie alla sopravvivenza. La presenza di piante negli ambienti costruiti ha effetti positivi sulla salute psicofisica sia degli adulti che dei giovani (Harvey, 1989; Read, 2009). L'evidenza delle sperimentazioni suggerisce che il contatto diretto, indiretto o simbolico con la Natura, possa alimentare risposte psicologiche positive con una più veloce rigenerazione dell'attenzione diretta dopo una fatica mentale (Kaplan, 1995) e un migliore recupero dallo stress (Ulrich, 1993) e di conseguenza migliorare l'apprendimento e stimolare la creatività. La vegetazione negli edifici e ambienti costruiti riguarda tetti verdi, facciate verdi e *living wall* da esterno e da interno e composizioni *landscape*, oppure singoli vasi con piante negli spazi interni ed esterni. Sono da favorire viste dall'interno verso l'esterno su scenari con vegetazione. Il verde può contribuire a organizzare e modulare gli spazi, creando percorsi, passaggi, delimitazioni, ripartizioni, divisori, rendendoli più piacevoli. La vegetazione all'interno degli spazi per l'apprendimento favorisce un senso di familiarità negli alunni (Isbell & Exelby, 2001), e il sentimento di affiliazione con la Natura cresce gradualmente attraverso attività indoor e outdoor in ambienti biofilii.

*Caratteristiche fisiche: forme, materiali, finiture e colori.* La capacità di identificare il mondo attraverso i sensi era legata alla necessità di distinguere tra buono o cattivo, utile o superfluo, pericoloso o innocuo, animato o morto, attraente o brutto, adatto o inadatto. Le forme, i materiali, le caratteristiche delle superfici e i colori degli oggetti ed elementi che compongono un ambiente interno ed esterno, determinano precise risposte emozionali ed estetiche. Forme. L'architettura vernacolare rimanda alla nostra fascinazione nei confronti della Natura con rappresentazioni simboliche o simulazioni del mondo naturale nelle forme e sagome presenti negli edifici. Queste forme biomorfe evitano linee e angoli retti in favore di sagome più soft e arrotondate e sono da preferire nei luoghi per l'apprendimento soprattutto per i più piccoli. Materiali. Generalmente preferiamo i materiali naturali a quelli artificiali anche quando questi ultimi copiano in maniera esatta o simbolica i prodotti naturali, perché apprezziamo i processi tipici della Natura che donano ai materiali una patina che riflette l'ecologia e la geologia locale e genera un 'senso del luogo'. Con materiali naturali si possono creare calde atmosfere con un forte impatto estetico che influenzano positivamente lo stato di benessere di alunni e insegnanti. Finiture. Il tema delle finiture è strettamente legato ai materiali. Siamo esseri sensoriali e abbiamo bisogno di circondarci di superfici che stimolano il nostro

senso visivo e soprattutto quello tattile, idealmente con un alternarsi di superfici ruvide e lisce, strutturate e setose che stimolano la curiosità. A superfici più naturali e morbide, attribuiamo una sensazione di calore, protezione e familiarità (Filighera & Micalizzi, 2018). Associamo alle finiture lucide e riflettenti un senso di pulito. Gli oggetti che tocchiamo ogni giorno possono così aggiungere un valore emotivo agli ambienti costruiti, oltre a benefici tangibili per la salute. Anche le texture con frattali hanno un effetto benefico sulle persone (Taylor, 2021). Colori. I colori hanno avuto un importante ruolo strumentale nell'evoluzione umana e nella sopravvivenza della nostra specie, migliorando la capacità di individuare risorse come cibo e acqua e di identificare i pericoli. Non ci sono delle regole universali per l'utilizzo dei colori, perché in Natura lo stesso colore può rappresentare sia una risorsa (ad es. il ribes rosso) sia un pericolo (ad es. le bacche di agrifoglio). Le preferenze cromatiche sono inoltre condizionate da fattori individuali ed esperienziali. La scala di colori non è solo una scelta decorativa, ma contribuisce, insieme alla luce, a trasmettere una sensazione di piacevolezza, calore e morbidezza quando è ben coordinata con le forme e gli spazi architettonici. L'utilizzo di colori allegri, stimolanti e invitanti, presenti anche in Natura sotto forma di tramonti, arcobaleni o cieli blu, attraggono e influenzano positivamente l'umore. Tocchi di colori vivaci incuriosiscono i più giovani, stimolando lo studio e la concentrazione, se non sono usati eccessivamente e combinati con colori caldi più neutri e abbastanza chiari che sono rassicuranti, tranquillizzanti e fanno sembrare gli spazi interni più grandi.

#### 4. Conclusioni

La biofilia è la nostra innata capacità di stabilire un legame con la Natura che influenza i nostri comportamenti nelle scelte di ogni giorno (Barbiero & Berto, 2018). Dalla biofilia è sorta una nuova disciplina del costruire: il *biophilic design*, che ha come scopo quello di progettare ambienti artificiali capaci di stimolare la biofilia. Poiché sviluppare la biofilia è essenziale per la crescita armonica di un essere umano, il *biophilic design* può essere impiegato per la progettazione degli ambienti scolastici, non solo perché si stimola l'apprendimento e il benessere generale dei bambini, ma anche perché un contatto continuo con il mondo naturale può sanare gli effetti negativi della disconnessione dalla Natura che caratterizza i bambini urbanizzati.



## Riferimenti bibliografici

- Appleton J. (1996), *The experience of landscape*, John Wiley & Sons Ltd, New York.
- Arranz-Otaegui A., Gonzalez Carretero L., Ramsey M.N., Fuller D.Q., Richter T. (2018), “Archaeobotanical evidence reveals the origins of bread 14,400 years ago in northeastern Jordan”, *PNAS*, 115 (31), 7925-7930.
- Barbiero G. (2020), “Ecologia affettiva: dalle verifiche sperimentali alle potenzialità applicative”, *Culture della Sostenibilità*, 26, 192-220.
- Barbiero G., Berto R. (2016), *Introduzione alla Biofilia*, Carocci, Roma.
- Barbiero G., Berto R. (2018), “From Biophilia to Naturalist Intelligence Passing Through Perceived Restorativeness and Connection to Nature”, *Annals Review and Research*, 3(1): 555604.
- Barbiero G., Marconato C. (2016), “Biophilia as emotion”, *Visions for Sustainability*, 6, 45-51.
- Barbiero G., Venturella A., Maculan N., Miroglio M., Berto R., Callegari G. (2017), The Restorative Schoolroom of Gressoney-La-Trinité as an example of biophilic design integrated in energetic efficiency retrofit, *Proceedings of the 27<sup>th</sup> Congress of The Italian Society of Ecology*, Napoli, September 12-15, p.147.
- Baron R.A., & Thomley J. (1994), “A whiff of reality: Positive affect as a potential mediator of the effects of pleasant fragrances on task performance and helping”, *Environment and Behavior*, 26, 766–784.
- Baroni M.R., Berto R. (2013), *Stress ambientale. Cause e strategie di intervento*. Carocci, Roma.
- Beatley T. (2011), Biophilic Cities: What Are They?, in *Biophilic Cities*. Island Press, Washington, DC, pp. 45-81.
- Berto R., Barbiero G. (2017a), “How the psychological benefits associated with exposure to Nature can affect pro-environmental behaviour”, *Annals Cognitive Science*, 1, 16-20.
- Berto R., Barbiero G. (2017b), “The Biophilic Quality Index: A Tool to Improve a Building from “Green” to Restorative”, *Visions for Sustainability*, 8, 38-45.
- Berto R., Barbiero G., Pasini M., Unema P. (2015), “Biophilic Design Triggers Fascination and Enhances Psychological Restoration in the Urban Environment”, *Journal of Biourbanism*, 1, 26-35.
- Berto R., Maculan N., Barbiero G. (2020), “Does sustainability address perceived restoration? An exploratory study on Biosphera 2.0, a net zero energy house”, *Visions for Sustainability*, 13, 17-30.
- Berto R., Pasini M., Barbiero G. (2015), “How Does Psychological Restoration Work in Children? An Exploratory Study”, *Journal Children and Adolescent Behavior*, 3, 1–9.

- Biederman I., Vessel E. (2006), "Perceptual pleasure and the brain: A novel theory explains why the brain craves information and seeks it through the senses", *American Scientist*, 94 (3), 247-253.
- Bolten B., Barbiero G. (2020), "Biophilic Design: How to Enhance Physical and Psychological Health and Wellbeing in our Built Environments", *Visions for Sustainability*, 13, 11-16.
- Browning W.D., Ryan C.O., Clancy J.O. (2014), *14 Patterns of Biophilic Design*. Terrapin Bright Green, LLC, New York.
- Buss D.M. (2016), *Evolutionary psychology: The new science of the mind*, 5th edition, Routledge, New York.
- Cooper-Marcus C., Barnes M. (1999), *Healing Gardens Therapeutic Benefits and Design Recommendations*, John Wiley, New York.
- Costa M. (2009), *Psicologia ambientale e architettonica. Come l'ambiente e l'architettura influenzano la mente e il comportamento*, FrancoAngeli, Milano.
- Crutzen P.J. (2006), *The "Anthropocene"*, in Ehlers E., Krafft T., eds., *Earth System Science in the Anthropocene*, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 13-18.
- Evans G.W., Kliever W., & Martin J. (1991), *The role of the physical environment in the health and well-being of children*, in Schroeder H.E., ed., *Series in applied psychology: Social issues and questions. New directions in health psychology assessment*, Hemisphere Publishing Corp., 127-157.
- Filighera T., Micalizzi A. (2018), *Psicologia dell'abitare. Marketing, architettura e neuroscienze per lo sviluppo di nuovi modelli abitativi*. FrancoAngeli, Milano.
- Gould S.J., Vrba E.S. (1982), "Exaptation-a missing term in the science of form", *Paleobiology*, 8 (1), 4-15.
- Harvey M.R. (1989), "Children's experiences with vegetation", *Children's Environments Quarterly*, 6 (1), 36-43.
- Hildebrand G. (1991), *The Wright Space. Pattern and Meaning in Frank Lloyd Wright's Houses*, University of Washington Press.
- Isbell R., Exelby B. (2001), *Early learning environments that work*, Gryphon House, Inc., Beltsville, MD.
- Kaplan R., Kaplan S. (1989), *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Kaplan S. (1995), The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15, 169-182.
- Kellert S. (1997), *Kinship to Mastery. Biophilia in Human Evolution and Development*. Island Press. Washington, DC.
- Kellert S. (2008), Dimensions, Elements and Attributes of Biophilic Design, in Kellert S., Heerwagen J., Mador P., eds., *Biophilic Design*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.
- Kellert S. (2018), *Nature by Design*, Yale University Press, New Haven, CT.

- Kellert S., Heerwagen J., Mador P., eds. (2008), *Biophilic Design. The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.
- Larson G., Piperno D.R., Allaby R.G., et al. (2014), “Current perspectives and the future of domestication studies”, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 111 (17), 6139–6146.
- Livio M. (2017), *Why? What Makes Us Curious*, Simon & Schuster, New York.
- Louv R. (2005), *Last child in the woods: saving our children from nature-deficit disorder*, Algonquin Books of Chapel Hill, North Carolina.
- Orians G.H., Heerwagen J.H. (1992), *Evolved Responses to Landscapes*, in Barkow J.H., Cosmides L., Tooby J., eds.; *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*, Oxford University Press, New York, pp. 555–579.
- Prescott E. (1987), *The Environment as Organizer of Intent in Child-care Settings*, in Weinstein C.S., David T.G., eds., *Spaces for Children. The Built Environment and Child Development*, Plenum Press, New York.
- Read M. (2009), *Child Development Centers: Students as Consumers of Research*, in Dickinson J., Marsden J.P., eds., *Informing Design*, Fairchild Books, New York, pp. 191-228.
- Roenneberg T., Pilz L.K., Zerbini G., Winnebeck E.C. (2019), “Chronotype and Social Jetlag: A (Self-) Critical Review”, *Biology* 8, 54.
- Rossi M. (2019), *Circadian Lighting Design in the LED Era*, Springer Nature Switzerland AG.
- Sanoff H. (2015), Schools Designed with Community Participation, in: Walden R., eds, *Schools for the Future*. Springer, Wiesbaden.
- Szreter S., Mooney G. (1998), “Urbanization, mortality, and the standard of living debate: new estimates of the expectation of life at birth in nineteenth-century British cities”, *Economic History Review*, 84-112.
- Taylor R.P. (2021), “The Potential of Biophilic Fractal Designs to Promote Health and Performance: A Review of Experiments and Applications”, *Sustainability*, 13, 823.
- Ulrich R. (1993), *Biophilia, Biophobia and Natural Landscapes*, in Kellert S., Wilson E.O., eds., *The Biophilia Hypothesis*, Island Press, Washington, DC, pp. 73-137.
- Venturella A., Barbiero G. (2021), “Bracing Biophilia: l’esperienza educativa della scuola biofila di Gressoney-La-Trinité”, *Ecologia della salute*, 2, 49-61. [www.aiems.eu/files/ecologia\\_della\\_salute\\_-\\_n2.pdf](http://www.aiems.eu/files/ecologia_della_salute_-_n2.pdf)
- Wilson E.O. (1984), *Biophilia*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Wilson E.O. (1993), Biophilia and the Conservation Ethic, in Kellert S., Wilson E.O., eds., *The Biophilia Hypothesis*, Island Press, Washington, DC, pp. 31-41.
- Worldbank (2019), <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS>