

“Siamo tutti licheni”[†]. Questa è la conclusione scandalosa a cui giungono Scott Gilbert, Jan Sapp e Alfred Tauber in un articolo del 2012 in cui propongono una critica al concetto di individualità alla luce delle nuove ricerche biologiche sulla simbiosi. Se il concetto di “individuo” autonomo è un’illusione, è perché le entità note come “organismi” sono molto più propriamente descritte come comunità o entità formate da simbiosi di vario tipo. L’esempio dei licheni offre una visione inaspettata sulla questione del mondo vegetale. Infatti, ciò che viene chiamato “lichene” è innanzitutto un composto: il risultato della simbiosi tra un fungo e delle cellule microscopiche dotate di clorofilla. Così, tecnicamente classificati nel *phylum* dei *Fungi*, i licheni mettono in crisi le nostre classificazioni spontanee: né “piante” né “funghi”, sono emblematici della modalità con cui le piante sovvertono filosoficamente la nostra comprensione del concetto di individuo.

Le piante sono sempre state un buon modello a partire dal quale interrogarsi sulla biologia e in particolare sulla genetica. Per definire l’individualità biologica, i vegetali sono ottimi oggetti di studio da cui prendere le mosse per riflettere sugli elementi costitutivi dell’individuo. Essendo lontani dagli animali vertebrati, che si considerano essere gli individui paradigmatici, contribuiscono a mettere in discussione un approccio percettivo all’individualità, che sottende una concezione dell’individuo esclusivamente quale entità immediatamente riconoscibile e visibile. Attraverso la loro struttura i vegetali mettono in discussione in due modi i confini dell’individualità, soprattutto quelli spaziali. In primo luogo, sono lontani dalle rappresentazioni di un individuo chiuso in sé stesso; così come le fragarie lanciano i loro stoloni o le viti i loro viticci, le piante hanno mani che si aggrappano e si estendono ovunque: fanno talee, si moltiplicano per clonazione, ramificandosi e proliferando in rizomi. In secondo luogo, le piante sono storicamente modelli per lo studio delle associazioni simbiotiche che in natura sono la regola piuttosto che l’eccezione. È da qui che la concezione ordinaria dell’individuo va ripensata. Infatti, se i vegetali rappresentano casi studio particolarmente rilevanti per la comprensione e la ridefinizione dell’individualità biologica, hanno anche costituito, nella storia della biologia, dei modelli da cui le domande sull’individualità biologica hanno potuto sorgere.

L’INDIVIDUO. UN CONCETTO IN EVOLUZIONE

Il concetto di individuo rinvia, nella sua definizione più comune, a quello di organismo, il quale a sua volta trova fondamento su un approccio intuitivo dell’individuo, che spesso confonde un organismo con un vertebrato. Nella storia della filosofia e della biologia, la questione della definizione dell’individuo si è sempre posta su due piani: da una parte la natura dell’individuo, dall’altra il livello di orga-

nizzazione a cui può essere pensato. L'individuo è tradizionalmente definito come ciò che esiste da sé, come ciò che presenta un'unità insieme logica e ontologica e anche un'unicità. È ciò di cui a primo acchito si ha l'intuizione, prima ancora di qualsiasi definizione precisa. Il concetto di individuo si riferisce a un'entità che si può designare attraverso un riferimento dimostrativo (*questo* individuo), che è separabile, che ha chiari confini spaziali e un'identità capace di farsi riconoscere nonostante i cambiamenti che sopraggiungono nel tempo; inoltre, un individuo può coesistere in più esemplari che possono quindi essere comparati⁸. L'organismo rappresenta dunque l'individuo tipico in quanto è intuitivamente e funzionalmente ciò che possiede un'unità, un'autonomia e dei confini facilmente riconoscibili indipendentemente dall'ambito in cui viene considerato.

Lo studio delle piante mette in crisi la sovrapposizione tra i concetti di organismo e individuo e mostra che esistono diversi livelli di individualità e diversi gradi del processo di individuazione⁹. L'individualità non si misura sempre al solo livello dell'organismo, ma al di sotto e al di là dello stesso. Può anche evolversi a seconda della scala temporale in cui viene considerata. È soprattutto nel campo della biologia evolutiva che sono state evidenziate per la prima volta le difficoltà insite nella definizione dell'individuo biologico. La maggior parte dei tentativi di definire l'individualità biologica si colloca nel quadro dell'evoluzione e cerca di spiegare l'individuo nel contesto della selezione naturale. Pertanto, la maggior parte delle entità che si prende in considerazione in biologia non possiede i criteri base che definiscono un individuo, in particolare manca di confini spazio-temporali chiaramente delineati. Alcune entità non possono infatti essere chiaramente precisate secondo questi criteri. È il caso delle colonie, entità il cui ciclo vitale porta loro ad adottare forme e comportamenti specifici; è anche il caso degli ecosistemi. È in questo contesto che le piante rivestono un ruolo importante nello studio del concetto di individuo. In effetti le piante non sono "individuate", nel senso dell'individuazione percettiva, come lo sono i vertebrati. È quindi più difficile valutarne, di primo acchito, i criteri di individualità, il che rende il loro studio essenziale per qualsiasi considerazione sui criteri da utilizzare per definire l'individuo biologico. A questo proposito, il caso dei pioppi fornisce un esempio della necessità di rivedere i confini spaziali dell'individuo¹⁰. Ogni pioppo potrebbe essere considerato un individuo; ma i pioppi sono così geneticamente identici che molti biologi propongono di considerare qualsiasi foresta di pioppi geneticamente identici, nel suo insieme, come un singolo individuo. Queste entità sono difficilmente pensabili se si resta all'interno di una prospettiva in cui la localizzazione e i confini spazio-temporali sono i criteri determinanti per pensare l'individuo. Allo stesso modo, intuitivamente, un singolo dente di leone è per-

cepito come uno stelo sormontato da un fiore giallo. Tuttavia, da un punto di vista evolutivo, il singolo dente di leone non è questo stelo sormontato da un fiore, ma l'intero campo di denti di leone. Infatti, essi si riproducono per apomissia, cioè per riproduzione asessuata; quest'ultima dà origine a un campo di denti di leone geneticamente identico. Ne consegue, che "potrebbero esserci non più di quattro individui di denti di leone in competizione tra loro in tutto il Nord America"¹¹. Contrariamente alle apparenze, quindi, per il biologo evoluzionista ogni stelo di un dente di leone non è un individuo, ma solo una parte di un individuo più grande che è l'individuo evolutivo. Daniel Janzen propone allora una distinzione tra l'individuo comunemente inteso e l'individuo evolutivo. Il primo è quello che ci appare intuitivamente come un individuo. Il secondo è quello a cui si può attribuire un valore adattivo riproduttivo. Ne deriva un'ontologia complessa e gerarchica, con diversi gradi di individualità. Esistono quindi individui più o meno integrati, in transizione, ma si registrano anche sovrapposizioni, poiché alcuni individui rappresentano "parti" di altri individui. Nonostante le nostre intuizioni iniziali sull'individualità biologica, l'individuo analizzato a partire dalla biologia evolutiva è un'entità che interagisce come un tutto nel processo di selezione naturale. Di conseguenza, dal punto di vista della teoria dell'evoluzione per selezione naturale, esiste un'intera gerarchia di individui biologici che conduce a una descrizione del mondo del vivente certamente diversa, ma più fondata di quella di senso comune. L'individuo è un'unità di interazione in un processo causale, in questo caso quello della selezione naturale. L'individuo può essere ugualmente un gene o un genoma, un organello¹², una cellula, un organismo, un gruppo, una specie e così via. Dal punto di vista della teoria dell'evoluzione per selezione naturale, in natura esiste quindi un'intera gerarchia di individui biologici, il cui criterio rilevante per delimitare l'individuo biologico è la partecipazione, come un tutto, al processo di selezione naturale.

SIMBIOSI E CONFINI SPAZIALI DELL'INDIVIDUALITÀ

In biologia, le piante sono dei modelli a partire dai quali sono analizzate le associazioni simbiotiche. In questo senso, costituiscono un punto d'avvio necessario per rifondare il concetto di individuo biologico: ci permettono di rivalutarne il concetto iniziale e intuitivo, a partire dallo studio di specie diverse e di entità che si integrano tra loro. Sono particolarmente rilevanti per pensare o ripensare i confini spaziali dell'individuo biologico, tanto la loro forma e il loro modo di riprodursi sono distanti da ciò che tendiamo a pensare come individui tipici. Oltre a fornire una definizione e una tipologia di simbiosi, hanno permesso di considerare quest'ultima come un fenomeno essenziale da analizzare per definire l'individualità biologica.

Il termine “simbiosi” fu usato per la prima volta nel 1877 dal naturalista tedesco Albert Bernhard Frank che si occupava di micorrize e licheni †. Basandosi sull’analisi dei licheni come composti di due specie diverse (funghi e alghe), Frank descrive la simbiosi come un caso in cui esiste un habitat comune, interno o esterno, tra due specie separate, a prescindere dal ruolo svolto dalle due parti ‡. In senso molto ampio, la simbiosi allora rappresenta la condizione di vita in comune. Questo concetto fu ripreso nel 1879 da Anton De Bary, per cui la simbiosi è lo stato capace di riassumere i fenomeni di convivenza tra organismi di specie diverse †. Dall’opera di De Bary in poi, la simbiosi divenne essenzialmente l’istituzione di una struttura associativa tra due organismi, che a volte comportava anche la creazione di un’entità più o meno unificata. Frank scrive a proposito dei licheni:

La relazione in questione è qualcosa di molto più del semplice parassitismo nel senso abituale, perché quando immaginiamo che i licheni siano originariamente o generalmente privi di gonidi, in realtà i parassiti e l’ospite sono riuniti fin dall’inizio per costituire un nuovo organismo unificato in cui nessuna delle due parti si impegna a costruire per sé stessa; i due compagni condividono il lavoro per la loro nutrizione. † ‡

È stato il modello lichenico, quindi, che ha permesso di evidenziare l’importanza della relazione simbiotica tra specie diverse. Ciò solleva la questione dell’unità dell’entità creata dalla relazione simbiotica, nonché quella dei confini spaziali dell’individuo, nel senso che, se la nuova entità formata è integrata, essa costituisce allora un nuovo individuo che sfuma i confini spaziali comunemente accettati dell’individualità biologica. Infatti non solo l’individuo può essere costituito da due entità inizialmente diverse, ma deve anche includere, di fatto, i fattori ambientali, apparentemente esterni, che lo compongono.

La riflessione sull’individuo porta quindi a interrogarsi su cosa possa considerarsi entità e sul ruolo o meno dell’ambiente quale criterio di definizione rilevante. L’inclusione dell’ambiente nella definizione di individuo permette di misurare più precisamente il grado di autonomia dello stesso, così come la questione dei suoi confini.

Il gasteropode *Elysia chlorotica* offre un caso da manuale per riflettere sull’autonomia – relativa – degli individui in relazione al loro ambiente e sul nodo dei confini spaziali dell’individualità. *Elysia chlorotica* è una piccola lumaca marina che si trova nelle acque poco profonde al largo delle coste orientali del Nord America, del Texas e del Canada e che, nel corso della sua vita, acquisisce la capacità di sintetizzare la luce, una capacità normalmente posseduta solo dalle piante. Tale facoltà matura presto nella vita di questa specie ed è in realtà il risultato dell’integrazione da parte della lumaca con le alghe della specie *Vaucheria litorea*. *Elysia chlorotica* conserva i cloroplasti dell’alga, che vengono integrati per fagocitosi nel citoplasma del-

le cellule epiteliali che rivestono l’apparato digerente, trasformando la lumaca, originariamente traslucida, in una sorta di foglia verde in grado di convertire l’energia luminosa in materia organica. Questo processo consente alla lumaca di smettere di nutrirsi e *Elysia chlorotica* diventa così un’entità autotrofa. I ricercatori spiegano questo fenomeno con un trasferimento orizzontale di geni che rende possibile il funzionamento dei plastidi: il gasteropode possiede geni identici a quelli contenuti nel nucleo dell’alga † ‡. Questo gene, chiamato psbO, è caratteristico della fotosintesi ossigenica † ‡. In questo esempio, il criterio della cooperazione sembra fornirci qualche indicazione in più sulla definizione dell’individuo e sul suo funzionamento † ‡, rispetto a quello della riproduzione dell’individuo biologico † ‡.

Queller e Strassmann sottolineano che il parametro di riconoscimento delle diverse entità potrebbe essere misurato su una scala che tenga conto dei gradi di cooperazione e competizione tra le parti. Nel caso di *Elysia chlorotica*, la cooperazione è ovvia dal punto di vista cellulare, poiché i plastidi forniscono energia al mollusco, che a sua volta permette agli stessi di funzionare in assenza di geni nucleici nell’alga. La simbiosi sfuma quindi i confini spaziali comunemente attribuiti agli individui biologici. Ma in questo caso, il fatto che l’esempio utilizzato sia in parte di origine vegetale getta ulteriore luce sulla questione dei confini. Non solo i confini dell’individuo sono messi in discussione, ma anche quelli tra animali e piante, dal momento che la lumaca acquisisce delle capacità che normalmente si trovano solo nel regno vegetale.

In questo modo, il tema dell’individualità delle piante e quello delle simbiosi che essa rimarca conducono a una concezione dell’individualità aperta alle comunità e agli ecosistemi nel loro complesso. Le piante, come le componenti abiotiche presenti nell’ambiente, dimostrano la necessità di prendere in considerazione entità o processi che non sono immediatamente compresi come individui.

L’INDIVIDUO INTEGRATORE

La presa in considerazione delle piante permette anche di pensare l’individualità a livello delle colonie e degli ecosistemi sulla base dell’integrazione funzionale delle parti della comunità in questione. Le comunità sono definite a partire degli elementi biotici che le compongono. Un ecosistema corrisponde all’insieme funzionale di tutte le comunità e del loro ambiente abiotico. L’individualità è quindi pensata come il tutto che reagisce alle pressioni di selezione dell’ambiente. Un individuo può essere composto da elementi biotici (piante e animali) e abiotici. Un esempio di questo tipo di ecosistema è fornito dai nidi delle termiti, e più precisamente dalle termiti fungoidi, che stabiliscono una simbiosi con il fungo *Termitomyces*. I termiti assumono spesso la for-

ma di grandi nidi che possono raggiungere diversi metri di altezza. Martin Lüscher ha descritto questi nidi come “macchine coloniali” che operano sul modello del sistema di ventilazione cuore-polmone ¶ L. Il metabolismo della colonia riscalda e umidifica l'aria, riducendone la densità e costringendola a circolare attraverso il nido e le gallerie, luoghi privilegiati per lo scambio di calore e di gas respiratori. Questo modello è stato successivamente criticato e reso più complesso per considerare maggiormente l'effetto dell'ambiente sulla forma dei termitai (in particolare l'effetto del vento). Nella relazione simbiotica, il fungo pre-digerisce i resti vegetali (lignina e talvolta cellulosa), rendendoli più facilmente assimilabili dalle termiti. La simbiosi quindi si accompagna di un trasporto di terreno effettuato dalle operaie. In tali condizioni, la capacità di questo sistema di mantenere l'equilibrio operativo è simile a un problema di morfogenesi del nido. Turner propone un modello in cui la maggior parte delle caratteristiche del nido può essere spiegata dai cambiamenti che intervengono nel trasporto di terreno effettuato dalle operaie ¶ L, indotti da un aumento significativo della pressione dell'anidride carbonica nel nido. Dato che la crescita del nido è legata alla distribuzione dei gas respiratori, l'equilibrio della colonia dipende in ultima analisi dalla capacità di regolare la composizione dell'atmosfera del nido. Questa regolazione è resa possibile da una modifica adattativa dell'architettura del nido, al termine della quale la percentuale di energia del vento utilizzata per ventilarlo è compatibile con il tasso di gas respiratori scambiati all'interno dello stesso.

In queste condizioni, il nido rappresenta una caratteristica della colonia di termiti ¶ *. Questa proprietà è abiotica e può essere trasmessa da una generazione all'altra. Il caso illustra quanto possa essere necessario includere materiali non biotici nella definizione di individualità, definita come ciò che, nel suo insieme, è soggetto alle pressioni di selezioni esterne. Il nido è parte dell'ecosistema ¶ ¶.

In questo modo, le piante non solo aprono la strada a una rinnovata individualità attraverso la lente delle comunità, ma permettono anche di includere la totalità degli elementi che devono essere presi in considerazione quando si cerca di definire gli elementi integrati in un individuo.

Siamo davvero tutti licheni, formati dall'unione di più specie diverse? Sembrerebbe di sì, se consideriamo il fatto che, come i licheni, siamo composti da diverse entità, diverse specie, che sono così integrate da formare l'individualità che siamo ¶ L. Quando si forniscono degli esempi di individui rappresentativi dei modelli su cui lavorano i biologi, spesso le piante sono tralasciate: non sono considerate individui paradigmatici poiché discostano dal modello dei vertebrati superiori. Eppure, ci permettono di rivedere in profondità il nostro concetto di individualità biologica, aprendolo alle comunità e agli ecosistemi.

¶ Cfr. S.F. Gilbert, J. Sapp, A.I. Tauber, A symbiotic view of life. We have never been individuals, in “Quarterly Review of Biology”, 87, 2012, pp. 325-341.

¶ Cfr. A.M. O'Hara, F. Shanahan, *The gut flora as a forgotten organ*, in “EMBO reports”, 7, 7, 2006, pp. 688-693.

¶ Cfr. S. Chauvier, *Particuliers, individus et individuation*, in P. Ludwig, T. Pradeu (a cura di), *L'Individu. Perspectives contemporaines*, Vrin, Paris 2008, pp. 11-35.

¶ Cfr. T. Pradeu, *Qu'est-ce qu'un individu biologique?*, in *ivi*, pp. 97-126.

¶ Cfr. F. Bouchard, *La fitness au-delà des gènes et des organismes*, in T. Heams, P. Huneman, G. Lecointre, M. Silberstein (a cura di), *Les Mondes darwiniens*, Syllepse, Paris 2009, pp. 285-303.

¶ Cfr. D.H. Janzen, *What are dandelions and aphids?*, in “American Naturalist”, 111, 1977, pp. 586-589.

¶ Termine che indica gli elementi presenti nel citoplasma delle cellule.

¶ Sulla storia della simbiosi, cfr. O. Perru, *De la Société à la symbiose*, Vrin, Paris 2007; J. Sapp, *Evolution by Association. A History of Symbiosis*, Oxford University Press, New York 1994; M.-A. Sélosse, *La Symbiose. Structures et fonctions, rôle écologique et évolutif*, Magnard-Vuibert, Paris 2009.

¶ A.B. Frank, *Über die biologischen Verhältnisse des Thallus einiger Krustenflechten*, in “Beiträge zur Biologie der Pflanzen”, 2, 1877, pp. 123-200.

¶ A. de Bary, *De la symbiose*, in “Revue internationale des sciences”, III, 1879, pp. 301-309.

¶ A.B. Frank, *op. cit.*, pp. 190-191.

¶ B.J. Green et al., *Mollusc-algal chloroplast endosymbiosis*, in “Plant Physiology”, 124, 2000, pp. 341-342.

¶ M.E. Rumpho et al., *Horizontal gene transfer of the algal nuclear gene psbO to the photosynthetic sea slug Elysia chlorotica*, in “PNAS”, 105, 46, 2008, pp. 17867-17871.

¶ D.C. Queller, J.E. Strassmann, *Beyond society. The evolution of organismality*, in “Philosophical Transactions of the Royal Society B”, 364, 2009, p. 3143.

¶ P. Godfrey-Smith, *Darwinian Populations and Natural Selection*, Oxford University Press, Oxford 2009.

¶ Cfr. M. Lüscher, *Air conditioned termite nests*, in “Scientific American”, 205, 1, 1961, pp. 138-145.

¶ Cfr. J.S. Turner, *The Extended Organism. The Physiology of Animal-built Structures*, Harvard University Press, Cambridge Mass. 2000.

¶ Id., *On the mound of macrotermes michaelsoni as an organ of respiratory gas exchange*, in “Physiological and Biochemical Zoology”, 74, 6, 2001, pp. 798-822.

¶ Cfr. F. Bouchard, *op. cit.*