

**“SAPIENZA” UNIVERSITA’ DI ROMA**  
**ANNO ACCADEMICO 2017-2018**

***Metodologia e Didattica delle  
Scienze Ecologiche***

**Prof. Fausto Manes**



**CONCETTI COLLEGATI:** cicli biogeochimici, flusso dell'energia, successione ecologica, processi ecologici di regolazione.

## **BIOSFERA:**

E' il sistema ambientale che comprende lo strato superficiale della terra ed è composto da tutte le forme viventi e da quella porzione di aria, di terreno e di acqua che offre condizioni favorevoli allo sviluppo ed alla persistenza della vita.

## **PROPRIETA' EMERGENTI :**

George Salt (1979) ha proposto la definizione seguente: “Una proprietà emergente di una unità ecologica è una proprietà che è completamente imprevedibile in base alla osservazione dei componenti di quella unità”, aggiungendo come corollario “ una proprietà emergente di una unità ecologica si può distinguere soltanto osservando quella stessa unità”.

## AMBIENTE (environment):

- ciò che circonda un organismo, comprese le piante, gli animali e i microrganismi con cui esso interagisce.
- porzione di spazio con caratteristiche tali da poter contenere vita.

La presenza, almeno potenziale, della vita è essenziale nella definizione di ambiente.

La componente abiotica dell'ambiente viene indicata come “mezzo”. La seconda componente è la “vita” che, seguendo Oparin e Schrodinger può essere considerata un particolare stato della materia, tale da permettere al sistema vivente di sfuggire al decadimento verso l'equilibrio termodinamico.

I due ambienti principali che esistono sulla Terra, acquatico e terrestre (o subaereo) sono distinti in base al mezzo fondamentale: acqua e aria.

Il **substrato** è la superficie su cui gli organismi poggiano e si muovono. Mentre tutti gli organismi hanno un mezzo, non tutti hanno un substrato.

Con **fattore ecologico** si indica ogni variabile fisica, chimica, biologica dell'ambiente in grado di influire sulla vita di un organismo almeno in una fase del suo ciclo vitale.

Si distinguono i fattori abiotici (climatici; caratteristiche chimico-fisiche del suolo, delle acque; la luce; la temperatura; ecc.) e quelli biotici (interazioni intraspecifiche e interspecifiche).

Nei confronti di ciascun fattore ecologico esiste un **ambito di tolleranza** entro il quale una specie può svolgere le proprie funzioni vitali. Quando un fattore ecologico assume per un dato organismo valori che superano i limiti di tolleranza, esso diviene fattore limitante impedendone la vita, la crescita, o la dispersione, anche se le altre condizioni ambientali sono favorevoli (Legge di Shelford, 1913; Legge del minimo di Liebig, 1840).

**HABITAT (habitat):** luogo dove un animale o una pianta vive normalmente, caratterizzato spesso dalla componente vegetale o da una caratteristica fisica dominante (habitat di corso d'acqua, habitat di foresta, ecc.).

**BIOMASSA (biomass):** massa di sostanza vivente, espressa di solito come massa secca, nella totalità o in una parte di un organismo, una popolazione o una comunità. E' presentata comunemente come massa riferita all'unità di area della superficie, una densità di biomassa.

**PRODUZIONE PRIMARIA (primary production):** assimilazione (produzione primaria lorda) o accumulo (produzione primaria netta) di energia e sostanza nutritiva per opera delle piante verdi e di altri organismi autotrofi.

# **LA VICENDA STORICA DEL RAPPORTO TRA L'UOMO, LA NATURA E L'AMBIENTE UMANO**

**Negli ultimi decenni un infittirsi di episodi preoccupanti quali l'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo, una distruzione crescente di specie animali e vegetali, l'accelerata interferenza negativa di varie attività umane nel funzionamento della biosfera hanno fatto emergere uno stato di grave compromissione della qualità dell'ambiente naturale e umano. Questi fatti hanno “stimolato” la comprensione che l'ambiente è una realtà viva, complessa e fragile che ha le sue leggi e i suoi limiti al quale occorre prestare attenzione e del quale ogni cittadino deve prendersi cura.**

**Un tempo qualunque oggetto veniva costruito perché durasse per lungo tempo; oggi tutto viene invece costruito per essere consumato e trasformato rapidamente in rifiuto.**

**L'ecologia “ha cura” del destino dell'uomo attraverso una corretta conoscenza e gestione del suo ambiente di vita, in una adeguata dimensione spazio temporale che comprende anche il futuro.**

## **MODELLO DELLA “TRANSIZIONE ECOLOGICA”**

**Nella storia del rapporto uomo-ambiente, quale si è venuto sviluppando nel mondo occidentale, è possibile distinguere tre fasi principali caratterizzate:**

- la prima, dalla persistenza dell’equilibrio naturale e dal controllo della natura sull’uomo;**
- la seconda, dal passaggio dall’equilibrio naturale allo squilibrio del sistema ambientale provocato dall’alterazione prima e poi dal controllo della natura da parte dell’uomo;**
- la terza, dall’avvio ad un riequilibrio ambientale ristabilito mediante un nuovo progetto culturale.**

## **1ª FASE – EPOCA DEL CONTROLLO DELLA NATURA SULL’UOMO.**

I rapporti che i protominidi e i rari uomini cacciatori-raccoglitori del Paleolitico hanno sviluppato con la natura è stato caratterizzato da un sostanziale equilibrio con il proprio contesto ambientale.

## **2ª FASE – DALL’EQUILIBRIO NATURALE ALLO SQUILIBRIO PROVOCATO DALL’UOMO.**

Vi hanno influito mutamenti culturali:

LA RIVOLUZIONE NEOLITICA, periodo in cui l’uomo, avviando la coltivazione dei campi e l’allevamento del bestiame, ha avviato l’alterazione dei processi del funzionamento degli ecosistemi;

LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE, epoca in cui la società umana dei paesi industrializzati ha messo a punto un crescente controllo sull’ambiente, provocando situazioni di profonda compromissione della qualità del contesto naturale e sociale in cui si svolge la sua esistenza.

## **3ª FASE – DALLO SQUILIBRIO CULTURALE AL RIEQUILIBRIO TRA L’UOMO E L’AMBIENTE OPERATO DALLA CULTURA.**

La crisi ecologica

Le vicende storiche della crisi ecologica

Verso un riequilibrio del rapporto tra società umana e ambiente

La ricerca scientifica in ecologia

## 2ª FASE

### **1. L'UOMO ALTERA LA NATURA: LA RIVOLUZIONE NEOLITICA.**

Con molta probabilità l'avvio dello squilibrio nei rapporti tra umanità e ambiente è stato determinato dalla crisi del cibo provocata nel Mesolitico, dall'addolcimento del clima e dalle migrazioni delle faune fredde verso il Nord.

Le popolazioni umane introducono l'uso dell'agricoltura e dell'allevamento. Ai cacciatori-raccoglitori si succedono quindi popolazioni contadine del Neolitico (*Homo faber*) che tramite le pratiche agricole, l'allevamento del bestiame, l'uso del fuoco per utilizzare nuove aree, provocano alterazioni nella composizione in specie delle biocenosi esistenti.

Agricoltura itinerante (nomadismo) → stanzialità (9000 - 5000 anni a.C.).

Sviluppo delle civiltà idrauliche con la pratica dell'irrigazione.

La sedentarizzazione → sviluppo di mestieri e artigianato → nascita di villaggi e città'

Particolarmente significativa è stata la rivoluzione urbana e nelle città è venuta prendendo forma la società civile ed è nata la civiltà umana.

GERICO (6500 a.C)

CATAL HUYUK (Altopiano Anatolico)

LEPENSKI VEI (5500 a.C.)

Lo sviluppo della metallurgia, l'utilizzazione di nuove fonti di energia e l'aumento lento, ma costante, della popolazione umana ha dato origine alla successione delle tre culture preistoriche post-neolitiche: del bronzo, del rame e del ferro.

Ognuna di queste culture e ognuna delle grandi civiltà che ne sono seguite (Egitto, Babilonia, Grecia, Roma, ecc.) ha sviluppato un proprio sistema di rapporto e di gestione della natura e ha provocato alterazioni che hanno originato problemi spesso di non piccole entità. Comunque non sono stati alterati né l'andamento dei cicli biogeochimici, né la struttura delle catene alimentari e delle reti alimentari naturali.

Questo contesto produceva, spesso, paure e incertezze e, dunque fatalismo, da parte delle popolazioni umane verso manifestazioni non governabili del proprio contesto ambientale quali le carestie, le epidemie, la mortalità infantile, la breve durata della vita umana.

In questo contesto sociale la gente ha sviluppato un forte senso di appartenenza al gruppo e di solidarietà umana.

Il rapporto uomo-natura, che ha caratterizzato la società neolitica, è rimasto sostanzialmente integro fino alle soglie della civiltà industriale; esso ha caratterizzato, in Occidente, le società agricole tradizionali fino agli anni '50 e caratterizza ancora le economie dei Paesi emergenti.

## 2. L'UOMO CONTROLLA LA NATURA: LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

La civiltà industriale ha recato un indubbio miglioramento a numerosi aspetti della vita umana quale il diffondersi della medicina e dell'igiene, l'aumento di disponibilità di cibo attraverso il potenziamento della produttività agricola, la diffusione dell'informazione.

Occorre comunque riflettere su alcuni aspetti negativi:

crescente domanda di risorse naturali;

dualismo tra l'uomo soggetto attivo e la natura elemento passivo;

sviluppo con tendenza esponenziale della popolazione umana;

accentramento della popolazione nelle città;

comparsa, accanto ai residui naturali e biodegradabili, di una enorme massa di rifiuti non biodegradabili sottratti al riciclo, allocati in discariche o distrutti con l'impiego di varie tecnologie;

sviluppo tecnologico senza un'adeguata conoscenza dei processi ecosistemici e degli equilibri naturali.

L'affermarsi, dal sec. XVII in avanti, del metodo scientifico ha dato origine a nuove conoscenze e metodologie nel rapporto con l'ambiente e nella sua gestione.

## **3ª FASE**

La Crisi Ecologica (Giudico)

Crisi energetica, aumento dell'inflazione, della disoccupazione, episodi gravi e frequenti di inquinamento, drammi nei Paesi emergenti (fame, sete, dissesto del territorio, indebitamento con l'estero).

### **NUOVO RAPPORTO TRA SOCIETÀ E AMBIENTE**

Promozione della qualità delle risorse naturali (piante, animali, suolo, aria, acqua, ecc.) e di beni culturali (poesia, architettura, scultura, pittura, tradizioni, ecc.).

### **LA RICERCA SCIENTIFICA IN ECOLOGIA: LA SCOPERTA DELLA REALTÀ DELL'AMBIENTE**

L'ambiente, nel quale oggi viviamo, e che oggi percepiamo è il risultato finale di un'evoluzione durata alcuni miliardi di anni e nella quale è possibile individuare distintamente tre tappe:

- un ambiente primitivo di natura abiotica, dove l'evoluzione chimica ha portato alla formazione della prima molecola vivente capace di autoreplicarsi;
- la formazione dell'ambiente naturale tramite la comparsa della vita e l'evoluzione biologica
- la formazione dell'ambiente umano grazie all'emergenza dell'uomo e alla gestione culturale dell'ambiente

# **1. TRACCIARE LO SVILUPPO DEI DIVERSI SETTORI DELL'ECOLOGIA**

## **2. DISCUTERE LA RELAZIONE ECOLOGIA - SCIENZE AMBIENTALI - GESTIONE DELLE RISORSE**

### **3. DESCRIVERE L'ECOLOGIA COME UNA SCIENZA**

Tracciare e definire le radici dell'Ecologia è certamente più complesso rispetto alla matematica, chimica, microbiologia e altre scienze.

Infatti secondo la definizione comune gli studi ecologici comprendono le relazioni tra organismi ed il loro ambiente. Con il termine ambiente si intende non solo quello fisico, ma anche le condizioni biologiche in cui un organismo vive; con il termine relazioni si comprendono le interazioni con il mondo fisico e quelle con individui della stessa specie e di altre specie.

Già Teofrasto, amico di Aristotele, scrisse sulle interrelazioni tra organismi e ambiente.

L'E. ha le sue radici profonde nella storia naturale, che include lo studio delle piante, degli uccelli, dei mammiferi, dei pesci e degli insetti; nuovo impeto arrivò dalle esplorazioni condotte dai fitogeografi. Essi scoprirono che nonostante le piante differiscono nelle varie regioni del mondo, la vegetazione assume certe somiglianze e differenze che richiedono delle spiegazioni.

C.L. Willdenow (1765-1812) osservò che condizioni climatiche simili consentono lo sviluppo di vegetazione simile.

Un giovane prussiano F.M. Alexander von-Humboldt (1769-1859) dopo cinque anni di esplorazione in Messico, Cuba, Venezuela e Perù descrisse la vegetazione in termini di caratteristiche esteriori; correlò i tipi di vegetazione con le condizioni ambientali; coniò il termine “associazione vegetale”.

Tra i membri della II generazione di fitogeografi J.Warming (1841-1924) dell'Università di Copenhagen, dopo aver studiato la vegetazione tropicale del Brasile, scrisse il primo testo di ecologia vegetale con un approccio moderno descrivendo aspetti morfologici, fisiologici, tassonomici e biogeografici.

Fitogeografi e Botanici costruirono le fondamenta per lo sviluppo in Europa della Fitosociologia, lo studio delle associazioni vegetali e negli Stati Uniti stimolarono il fiorire della Ecologia Vegetale con la scuola di F.E. Clements che enfatizzò la dinamica della vegetazione e l'analisi delle successioni vegetazionali.

Un altro gruppo di biologi Europei, tra cui principalmente A. Thienemann e F.A. Forel introdussero i concetti relativi al ciclo dei nutrienti e dei livelli trofici, adottando i termini di produttori, consumatori.

Il lavoro del 1942 di R.A. Lindeman “The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology” segnò l'inizio dell'ecologia ecosistemica, lo studio dell'intero sistema vivente, stimolando numerose ricerche sul flusso energetico e sulla circolazione della materia.

Altri settori della storia naturale, oltre a quello dei fitogeografi, hanno assunto un ruolo importante nello sviluppo dell'E.. In particolare, influenzato dalle teorie del geologo C. Lyell che propose per la Terra un continuo cambiamento nel tempo, Darwin notò come la vita apparentemente cambiasse attraverso il tempo. Osservando le relazioni tra organismi e ambiente, le somiglianze e le differenze di organismi nei e tra i continenti, Darwin gettò le basi della sua teoria sulla evoluzione e sulla origine delle specie. Gli studi di Darwin subirono l'influsso anche degli scritti di un economista T. Malthus (1766-1834) che delineò il principio secondo cui le popolazioni crescono in modo geometrico raddoppiando ad intervalli regolari.

La teoria di Darwin sulla evoluzione e la genetica Mendeliana consentirono di sviluppare i temi sulla evoluzione e sull'adattamento delle specie, dando avvio agli studi di genetica di popolazione.

In breve, l'ecologia di popolazione riguarda come le popolazioni crescono (inclusi i tassi di natalità e di mortalità), come fluttuano, si diffondono e interagiscono; la biologia di popolazione riguarda come la selezione naturale e l'evoluzione influenzano le popolazioni.

I concetti di selezione naturale, evoluzione, dinamica di popolazione sono stati applicati inizialmente a specie animali da cui sono scaturiti numerosi studi di ecologia animale.

G. Elton nel 1927 definisce l'E. Animale come la sociologia e l'economia degli animali.

Si sviluppò così sempre più l'E. di comunità fino a quando Tansley (1935) formulò il concetto di ecosistema.

Un altro importante settore che si sviluppò parallelamente alla E. vegetale ed animale fu l'ecofisiologia. J.V. Liebig (1803-1873) studiò il ruolo di un apporto limitante di nutrienti sulla crescita e sullo sviluppo delle piante, concetto questo successivamente applicato da Schelford sugli animali.

L'Ecologia, quindi, ha radici così differenti che, in accordo con Mc-Intosh, possiamo definirla “una disciplina polimorfica”.

L'E. studia tutti i gruppi tassonomici: dai batteri e protozoi ai mammiferi e cormofite; interessa i diversi livelli: individuo, popolazione ed ecosistema. Studia questi livelli e gruppi da vari punti di vista: comportamentale, fisiologico, matematico, chimico.

| Processo                  | Biochimico                        | Fisiologico                | Ecologico                               |
|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------|---|
| Livello di organizzazione | Organello-<br>Cellula-<br>Tessuto | Organo-<br>Organismo       | Popolazione-<br>Comunità-<br>Ecosistema |
| Tempo di risposta         | $1-10^2$<br>$10^2-10^4$           | $10^5-10^6$<br>$10^6-10^7$ | $10^7-10^8$<br>$10^8-10^{10}$           |
| Scala temporale           | secondi<br>ore                    | settimane<br>mesi          | anni                                    |

