



UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA

UNIVERSITA' DELLA CALABRIA
Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali

Dottorato di Ricerca in
Politica, Cultura e Sviluppo

CICLO XXXIV

L'AMBIENTE E IL DIGITALE.
VERSO UN'ECOLOGIA DEI MEDIA ECOLOGICI

Settore Scientifico Disciplinare: SPS/08

Coordinatore: Ch.mo Prof. Paolo Jedlowski

Firma oscurata in base alle linee
guida del Garante della privacy

Supervisore/Tutor: Ch.ma Prof.ssa Giuseppina Pellegrino

Firma oscurata in base alle linee
guida del Garante della privacy

Dottorando: Dott. Stefano Oricchio

Firma oscurata in base alle linee
guida del Garante della privacy

INDICE

Indice	1
Note redazionali	4
Introduzione	5
CAPITOLO I L'ambiente e il digitale: definizioni e rilevanza	11
1.1 Ambienti ed ecologie	12
1.1.1 Dalla natura al territorio	12
1.1.2 L'ecologia generale	14
1.1.3 L'ecologia umana	17
1.1.4 La partecipazione ambientale: dall'ambientalismo alla <i>green economy</i>	22
1.1.5 Tra locale e globale: breve storia della crisi ambientale	28
1.2 Cos'è il digitale?	33
1.2.1 Comunicare: codici e segnali	34
1.2.2 Le ICT: supporti, dispositivi, infrastrutture	39
1.2.3 Il sogno digitale	45
1.2.4 L'incubo digitale	49
1.2.5 Tra rivoluzione e continuità: considerazioni conclusive sul digitale	53
1.3 Ambiente e digitale: la rilevanza nel discorso pubblico	57
CAPITOLO II (Oltre) l'impatto ambientale delle ICT digitali	66
2.1 Il digitale come soluzione ecologica: invisibilità, dematerializzazione, ottimizzazione	67
2.2 Il digitale come problema ecologico: effetti negativi diretti e di rimbalzo	72
2.3 Oltre l'impatto. Dall'ecologia dei media agli <i>STS</i>	76
2.3.1 L'ecologia dei media	78
2.3.2 L'ecologia delle infrastrutture	80
2.3.3 La Actor-Network Theory	84
2.3.4 La Social Construction of Technology	85

CAPITOLO III Ecologie digitali e media ecologici: una <i>literature review</i>	87
3.1 Digitalizzazione dell'ecologia: la crisi ambientale è un problema digitale?	88
3.1.1 Il digitale nelle scienze ambientali	89
3.1.2 Il digitale nella partecipazione ambientale	98
3.2 Ecologizzazione del digitale: la crisi digitale è una questione ambientale?	108
3.2.1 Il <i>greening</i> del digitale	109
3.2.2 Il digitale come ambiente	115
CAPITOLO IV Ecologie digitali e media ecologici: i casi-studio e i risultati	119
4.1 La digitalizzazione dell'ecologia scientifica	122
4.1.1 Un'infrastruttura invisibile	123
4.1.2 Il digitale nelle missioni di campo: la documentazione del contesto	126
4.1.3 Il digitale in laboratorio e in studio: il recupero del contesto e l'inversione infrastrutturale	132
4.1.4 Evoluzioni epistemologiche: dall'informazione per descrivere la vita alla vita come informazione e come rete	148
4.2 La digitalizzazione dell'ecologia socio-politica	155
4.2.1 La Rete come mezzo di informazione: supporto o ostacolo alla partecipazione?	156
4.2.2 La Rete come mezzo di comunicazione e partecipazione	160
4.2.3 La Rete come fine	171
4.3 Il <i>greening</i> del digitale	178
4.3.1 Il <i>Green Web</i> e l'ecologizzazione delle infrastrutture	179
4.3.2 Il <i>Green IT</i> e l'ecologizzazione dei dispositivi: miniaturizzazione ed efficienza energetica	181
4.3.3 Il <i>Green IT</i> e l'ecologizzazione dei dispositivi: <i>eco-design</i> , modularità e riparazione, riuso e ricondizionamento	185
4.4 Il <i>mediascaping</i> e la sostenibilità digitale	193
CONCLUSIONE Verso un'ecologia dei media ecologici	202
Bibliografia	207
Sitografia	222
Allegati	228

L'ambiente e il digitale

Verso un'ecologia dei media ecologici

Tutto il conservatorismo del mondo non può opporre
nemmeno una resistenza simbolica all'assalto ecologico
dei nuovi media elettrici.

- Marshall McLuhan (1986: 220)

NOTE REDAZIONALI

Nella stesura dell'elaborato sono state adottate le seguenti norme e convenzioni redazionali:

- i simboli “” indicano una citazione testuale o di intervista;
- i simboli «» indicano una citazione interna a un'altra;
- i simboli ‘ ’ indicano una parola o espressione a cui l'autore attribuisce senso figurato;
- i simboli [] indicano l'intervento dell'autore all'interno di una citazione per soli fini sintattici;
- il simbolo § seguito da un numero rimanda al corrispondente paragrafo;
- il *corsivo* è usato per:
 - i lemmi stranieri di uso non comune
 - i nomi di aziende e prodotti di uso non comune
 - parole o espressioni a cui l'autore attribuisce maggiore enfasi
 - i titoli delle opere citate per esteso;
- il **grassetto** è usato per agevolare la lettura evidenziando alcune parole-chiave che scandiscono il testo.

INTRODUZIONE

Perché parlare di ambiente e digitale? E soprattutto, perché farlo tenendo insieme sin dal titolo di questa tesi due categorie così vaste, complesse, lontane l'una dall'altra e per certi versi persino antitetiche? Per rispondere partiamo da tre semplici constatazioni. La prima è che nel discorso pubblico degli ultimi quindici o venti anni si è discusso molto di ambiente e di digitale, forse più che di ogni altro argomento. La seconda è che, nonostante ciò, se n'è parlato quasi sempre in maniera separata, discutendo del rapporto tra questi due ambiti solo raramente. Infine, la terza osservazione rimanda al fatto che, quando lo si affronta, il rapporto tra ambiente e digitale è declinato nei termini *quantitativi* dell'impatto - positivo o negativo, diretto o indiretto – che le tecnologie digitali possono avere sull'ambiente.

Alla luce di queste brevi premesse, che nel corso del testo verranno comunque espansive e appurate, si delinea l'obiettivo generale di questo lavoro, ovvero indagare il rapporto tra ambiente e digitale andando oltre la questione quantitativa e *mainstream* dell'impatto, per mappare e analizzare le altre possibili dimensioni della loro relazione. La proposta avanzata sin dal titolo di questa tesi consiste quindi nel porre le basi su cui costruire *un'ecologia dei media ecologici*. Questo obiettivo di fondo, che si spera verrà chiarito nella presente introduzione e nel resto dell'elaborato, caratterizza in senso estensivo la ricerca svolta: le tematiche che verranno prese in esame saranno cioè numerose, perché illustrare la molteplicità dei possibili rapporti tra ambiente e digitale rappresenta il primo obiettivo euristico del lavoro effettuato. Tale compito di mappatura ha richiesto un'operazione teorica preliminare che è consistita, per dirla con Charles Wright Mills (1962), in un esercizio di “immaginazione sociologica” compiuto principalmente nel corso del primo anno di dottorato attraverso il reperimento e lo studio delle fonti bibliografiche. Sono state quindi individuate due categorie analitiche e quattro aree di indagine, o processi, che costituiscono le sezioni fondamentali del presente lavoro e che possono così essere introdotte:

1. Digitalizzazione dell'ecologia

1.1 le tecnologie digitali come strumento per lo studio scientifico dell'ambiente

1.2 le tecnologie digitali come strumento per la partecipazione alla questione ambientale e per la *governance* del territorio

2. Ecologizzazione del digitale

2.3 l'ambiente come fattore-limite per lo sviluppo delle tecnologie digitali

2.4 l'ambiente come modello per lo sviluppo delle tecnologie digitali.

Le due categorie analitiche e i quattro processi che esse presiedono consentono innanzitutto di prendere in considerazione quattro tipi di rapporto tra ambiente e digitale che non emergono nel discorso *mainstream* sull'impatto. Ma soprattutto, parlare di digitalizzazione dell'ecologia e di ecologizzazione del digitale permette un'operazione ancor più importante, che conferisce senso e significato a quella che altrimenti sarebbe una mera tassonomia dei rapporti tra ambiente e digitale. Tale significazione consiste nel provare ad affrontare alcune delle principali questioni ambientali e digitali della nostra epoca *non più separatamente*, bensì *a partire dal rapporto* che intercorre tra esse. In altre parole, la relazionalità inversa tra digitalizzazione dell'ecologia ed ecologizzazione del digitale delinea gli obiettivi intermedi del lavoro, che consistono nel valutare due ipotesi di fondo: la prima è che la crisi ambientale sia, almeno in parte, riconducibile a dinamiche mediate dal digitale; la seconda è che i problemi tipici del mondo digitale abbiano in sé una componente ecologica. La validazione di tali ipotesi richiede l'analisi dei quattro processi su indicati, che a loro volta rispondono a degli obiettivi specifici. Nel primo caso si intende infatti delineare i ruoli, i significati, le opportunità e i limiti che i media digitali assumono e comportano presso la comunità degli scienziati ambientali; nella seconda area di indagine gli obiettivi sono i medesimi, ma cambia il gruppo sociale di riferimento, stavolta rappresentato da quegli attori che, a diverso titolo, partecipano alla questione e alla *governance* ambientale; nel terzo ambito di ricerca si intende invece valutare se e in che modo diverse sensibilità e preoccupazioni ecologiche abbiano contribuito all'evoluzione delle tecnologie digitali; nel quarto e ultimo caso, infine, si sostiene che, in quanto veri e propri ambienti informazionali, i media digitali necessitino di una rivoluzione ecologica improntata, come nel caso dell'ambiente fisico, al principio di sostenibilità. Ad accomunare questi quattro ambiti di indagine è il concetto di "medium ecologico", utilizzato per indicare sia l'artefatto digitale impiegato per lo studio

dell'ambiente e per la sua *governance*, sia il dispositivo o infrastruttura che si sviluppa secondo logiche ambientali. Proporre *un'ecologia dei media ecologici* significa quindi provare a tenere insieme le due categorie analitiche e i quattro processi che esse presiedono, per considerare i problemi ambientali e digitali come due facce della stessa medaglia.

Alla luce degli obiettivi sin qui delineati, va premesso che il presente lavoro non punta alla conferma o alla smentita empirica di ipotesi già consolidate, quanto piuttosto all'apertura di nuovi interrogativi e piste di indagine. Per questo motivo si è fatto ricorso principalmente a metodi qualitativi che, rispetto alle tecniche quantitative e standardizzate, si prestano maggiormente all'esigenza di esplorazione intellettuale qui proposta, essendo basati sul confronto interpretativo e intensivo dei materiali collezionati empiricamente. Questi ultimi consistono principalmente in 26 interviste semi-strutturate, condotte soprattutto durante il secondo anno dottorale su una variegata platea di soggetti. A supporto delle interviste verrà impiegato, in ciascuna delle quattro aree di indagine, del materiale costituito da svariati documenti di taglio divulgativo/generalista e promozionale/commerciale, raccolti nell'arco dei tre anni di dottorato e relativi a una serie di casi-studio. A monte dell'indagine empirica è stato svolto un lavoro di ricerca bibliografica che ha permesso di tracciare lo stato dell'arte nelle quattro aree di indagine proposte e di gettare le basi per la ricerca sul campo.

A proposito di campo, occorre considerare che questa tesi ha trovato nell'emergenza sanitaria delineatasi a partire dall'inizio del 2020 un ostacolo che ha costretto a diverse deviazioni. L'intento originario era infatti quello di svolgere un periodo di osservazione etnografica in alcuni laboratori di scienze naturali al fine di illustrare, dall'interno, il processo di digitalizzazione dell'ecologia scientifica. Il perdurare della crisi pandemica e dei provvedimenti atti a limitarla ha impedito questo compito, costringendo la ricerca a ristrutturarsi in corso d'opera e a individuare modalità di indagine alternative. Si è dunque scelto di sostituire l'osservazione con l'intervista, in quanto metodo utilizzabile anche da remoto, per cui, su 26 soggetti, ben 22 sono stati intervistati online. Ciò ha rappresentato senza dubbio un limite per il presente lavoro: osservare le pratiche degli attori avrebbe infatti permesso di immergersi in un livello analitico presumibilmente più profondo e accurato, trascendendo le loro auto-narrazioni e resistenze discorsive, ulteriormente

amplificate dalla mediazione digitale. L'eccezionale portata dell'evento pandemico ha infatti spesso dirottato l'attenzione degli intervistati che, come tutti, erano alle prese con una profonda ristrutturazione delle proprie vite private e professionali che ha talvolta rischiato di monopolizzare i colloqui. Tuttavia, se l'emergenza pandemica ha ostacolato alcuni importanti aspetti della ricerca, essa ha anche dischiuso delle piccole opportunità. La limitazione dell'aspetto empirico ha infatti comportato, per reazione, un'espansione del quadro teorico e un livellamento tra le varie sezioni del lavoro che, da questo punto di vista, risulta più arricchito e bilanciato. Ma un aspetto ancor più cruciale riguarda il fatto che la stessa pandemia da Covid-19 ha rappresentato un campo di osservazione privilegiato e un eccezionale banco di prova proprio rispetto al rapporto tra ambiente e digitale.

Soprattutto nella fase iniziale della crisi sanitaria, infatti, un'ampia parte del dibattito pubblico si è concentrata proprio sulle cause e sugli effetti ambientali dell'epidemia, così come sui rimedi digitali che si è provato a porre all'emergenza. Si ricorderà, per esempio, che l'ipotesi tutt'oggi più accreditata riconduce la pandemia a una zoonosi originatasi dal traffico di animali nei mercati della Cina centrale; oppure che il suo dilagare in Nord Italia nel marzo 2020 fosse dovuto agli alti livelli di inquinamento atmosferico della regione¹; o ancora, che l'isolamento e le restrizioni sociali abbiano apportato evidenti benefici alla qualità degli ambienti urbani, inducendo un drastico calo di ogni forma di inquinamento (atmosferico, idrico, del suolo, luminoso, acustico)². Sul piano tecnologico, invece, la didattica a distanza, lo *smart working*, le app per il tracciamento dei contagi e per le certificazioni sanitarie sono solo alcuni esempi di come il digitale sia stato utilizzato per gestire la pandemia, ponendo tuttavia una serie di nuovi problemi e interrogativi di non facile soluzione. La crisi sanitaria è stata inoltre un catalizzatore in grado di sbloccare inauditi e inediti fondi economici da investire proprio sul fronte ambientale e digitale: gli straordinari aiuti predisposti dal Consiglio europeo attraverso il *Recovery Fund* devono infatti essere obbligatoriamente investiti per il 37% in economia verde e per il 21% in investimenti digitali³. Infine, l'enorme aumento dei flussi digitali che ha caratterizzato i

¹ Exploit: <https://tinyurl.com/2jwfuxvx>; Murgese, E. (29/04/2020): <https://tinyurl.com/fuyb9n3r>

² La Repubblica (16/04/2020): <https://tinyurl.com/5aabr7j9>; La Stampa (29/02/2020): <https://tinyurl.com/ewnrt87c>

³ Bankwatch Network (2020): <https://tinyurl.com/334338vr>

periodi di isolamento sociale ha finalmente portato alla ribalta la materialità delle tecnologie digitali e, sebbene solo in minima parte, la rilevanza del loro impatto ambientale. In questo senso, la pandemia è riuscita a mettere in evidenza un importante aspetto del rapporto tra ambiente e digitale, che tuttavia non può essere ridotto solo a sterili cifre e al capzioso tentativo di stabilire se le tecnologie digitali aiutino o danneggino l'ambiente.

Oltrepassare questo riduzionismo e discutere la complessità dei rapporti che intercorrono tra due delle principali tematiche del nostro tempo è quindi l'obiettivo di fondo che ha animato questo lavoro e che si proverà a conseguire ponendo le basi per un'ecologia dei media ecologici nel corso dei quattro capitoli successivi. Il primo, composto da tre sezioni, offre una serie di distinzioni analitiche e definizioni relative alle tematiche ambientali e digitali. Tale operazione serve un duplice scopo: il primo, strettamente funzionale all'economia della tesi, consiste nell'individuare e definire i principali concetti che verranno utilizzati e mobilitati nei capitoli successivi per articolare il rapporto tra ambiente e digitale; il secondo obiettivo è invece collaterale, e risiede nel fornire al lettore potenzialmente interessato un sintetico compendio su due questioni ampie, complesse e su cui vige spesso una certa confusione. Sempre nel primo capitolo viene inoltre fornita un'analisi e valutazione della rilevanza che i temi ambientali e digitali hanno nel dibattito pubblico contemporaneo. Il secondo capitolo, anch'esso composto da tre sezioni, inizia invece a contestualizzare il rapporto tra le due tematiche – facendo dapprima riferimento alla questione *mainstream* dell'impatto, di cui si prenderanno in esame gli effetti positivi e quelli negativi evidenziati dalla letteratura – e successivamente delineando i quadri teorici e i campi disciplinari che permettono di declinare tale rapporto in maniera più complessa, articolata e sociologicamente rilevante. Tale compito viene svolto nel terzo e nel quarto capitolo, che seguono una struttura identica basata sulle due categorie analitiche proposte e sui quattro processi che esse presiedono. Nel terzo capitolo verrà quindi ricostruito lo stato dell'arte che le riguarda attraverso un'ampia *literature review*, mentre nel quarto capitolo verrà presentata la ricerca empirica condotta durante il percorso dottorale con i suoi risultati, confrontati e messi in dialogo con la letteratura precedentemente illustrata. Infine, nella conclusione si traggono le somme del lavoro svolto, evidenziandone i punti di forza ma anche le criticità da superare, auspicabilmente,

in futuri percorsi di ricerca, di cui questo elaborato si spera possa rappresentare un momento di iniziale ricognizione e analisi.

CAPITOLO I

L'AMBIENTE E IL DIGITALE: DEFINIZIONI E RILEVANZA

Lo scopo primario di questo primo capitolo è passare in rassegna la costellazione di significati associati nel discorso pubblico e scientifico alle categorie portanti di questo lavoro, ovvero l'ambiente e il digitale. Con questa operazione si intende innanzitutto fornire una serie di distinzioni e di definizioni utili al prosieguo della tesi, e in secondo luogo proporre un sintetico compendio, una guida per il lettore potenzialmente interessato ad approfondire i principali concetti relativi all'ambiente e al digitale su cui vige spesso una certa confusione.

Il §1.1 *Ambienti ed ecologie* si sviluppa quindi distinguendo alcuni dei principali termini che ricorrono quando si parla di ambiente (§1.1.1) ed ecologia, intesa sia come scienza naturale (§1.1.2) che sociale (§1.1.3). Successivamente, si prendono in esame i concetti fondamentali che ruotano intorno all'ambiente inteso come campo politico (§1.1.4) e i principali fenomeni fisico-naturali che lo riguardano (§1.1.5). In maniera simile a quanto fatto per l'ambiente, il §1.2 *Cos'è il digitale?* si prefigge lo scopo di fare chiarezza sui termini che più spesso vengono accostati o contrapposti al digitale, fornendone precise definizioni. La parte iniziale (§1.2.1, §1.2.2) è quindi dedicata alla comunicazione e alle sue tecnologie, mentre nella parte successiva (§1.2.3, §1.2.4, §1.2.5) vengono privilegiati i processi socio-culturali, politici ed economici presieduti dalle tecnologie digitali ed evidenziati dalla letteratura. Dopo aver specificato *di cosa si parla* quando si parla di ambiente e digitale, il capitolo cerca infine di mostrare *quanto* se ne parli nel dibattito pubblico. Il §1.3 *Indicatori di rilevanza* esamina dunque il peso delle tematiche ambientali e digitali nel discorso pubblico da un punto di vista quantitativo, ricorrendo a strumenti di *web profiling* e all'analisi di alcuni documenti istituzionali.

1.1 Ambienti ed ecologie

Nel senso comune, la parola *ambiente* evoca un'ampia serie di significati che, per quanto strettamente collegati e affini, occorre distinguere con solerzia se ci si vuole confrontare con la grande e complessa tematica ambientale. Natura, ecosistemi, territorio, ecologia, ambientalismo, sostenibilità, inquinamento e crisi climatica sono solo alcuni esempi di parole ed espressioni che vengono spesso associate o identificate tra loro, quando non confuse o usate come sinonimi, pur significando cose ben diverse. Nei prossimi cinque paragrafi si proverà a fare chiarezza illustrando alcuni dei principali concetti legati all'ambiente (§1.1.1), all'ecologia intesa come scienza naturale (§1.1.2), come scienza sociale (§1.1.3) e come campo politico (§1.1.4 e §1.1.5).

1.1.1 Dalla natura al territorio

Pur avendo assunto una rilevanza sempre maggiore, il concetto di **ambiente** si scontra con un'ambiguità di fondo che non permette identificazioni e definizioni univoche. Tale ambiguità è riscontrabile già nell'etimologia della parola che, tanto in italiano quanto nel corrispettivo inglese *environment*, indica genericamente *ciò che sta intorno*: “il termine indica pertanto una relazione. Si può definire ambiente una stanza o un sistema operativo” (Pellizzoni 2020: 143). Una prima distinzione utile a specificare meglio i vari significati del concetto può quindi essere quella tra ambiente biotico (l'insieme degli esseri viventi) e abiotico, ovvero il mondo inanimato che può a sua volta essere suddiviso in litosfera, idrosfera e atmosfera in base al suo stato fisico (solido, liquido, gassoso). Generalmente, gli elementi che compongono il mondo biotico e abiotico – come gli animali, le piante, le montagne, i fiumi, i mari etc. – vengono identificati con la **natura**, un'altra categoria descrittiva polisemica e problematica. Nella cultura occidentale, infatti, la natura denota tutto ciò che non deriva dall'uomo, contrapponendosi in maniera netta al concetto di cultura. Come dimostrato da più voci (cfr. per esempio Descola 2021; Latour 2000) questa contrapposizione è una costruzione moderna, occidentale e funzionale al progetto illuminista di dominio del mondo, che non corrisponde necessariamente all'idea di natura presente in altre culture. Inoltre, il dualismo tra natura e cultura ha scarso riscontro nella realtà, dove elementi umani e non umani si intrecciano spesso in una trama ibrida che li rende indistinguibili: per esempio,

una monocoltura di soia oppure il lago di una diga non possono essere classificati come elementi né puramente naturali né puramente culturali. La fallacia del dualismo natura-cultura è massimamente evidente nell'essere umano che, come suggerisce Edgar Morin (2020) attraverso un eloquente paradosso matematico, è “100% natura, 100% cultura”.

Altri termini affini, e spesso utilizzati erroneamente come sinonimi di ambiente e natura, sono quelli di habitat, ecosistema e territorio. Il termine **habitat**, introdotto da Linneo nel Settecento, “esprime la posizione di centralità di una certa specie, esseri umani inclusi, all'interno del contesto ambientale in cui essa vive e si riproduce” (Bagliani, Dansero 2011: 4). L'habitat indica quindi il tipo di luogo in cui, tipicamente, vive una certa specie vivente. Più complesso è invece il concetto di **ecosistema**, che indica “l'insieme degli organismi viventi e dei fattori abiotici presenti in un dato ambiente e le relazioni che legano fra di loro tali elementi. Esso designa una rete di relazioni che non presuppone un centro, ponendo tutti gli elementi sullo stesso livello e focalizzando l'attenzione sui flussi di materia ed energia che legano le diverse componenti” (ibidem). Il termine “**territorio**”, infine, rimanda ad uno spazio “governato da un dato soggetto e presuppone, pertanto, un centro del sistema di relazioni” (ivi: 5) che può essere rappresentato sia dalle società umane sia da altre specie in grado di delimitare e controllare tale spazio. Il concetto di territorio ha quindi il pregio di potersi applicare con rigore e precisione sia nelle scienze naturali che in quelle sociali. In quest'ultima categoria spiccano la sociologia dell'ambiente e quella del territorio. Volendo tracciare una distinzione analitica tra le due discipline, si può dire che la prima si concentra più spesso sul rapporto tra società umana e fenomeni ambientali di larga scala, mentre la seconda predilige lo studio della gestione di fenomeni ambientali in spazi più delimitati e circoscritti, spesso coincidenti con istituzioni locali quali i Comuni, le Province o le Regioni⁴. Nell'ambito delle scienze naturali, invece, è l'ecologia la disciplina specificamente deputata allo studio delle relazioni che si instaurano tra le diverse componenti dell'ambiente o di un certo territorio. Ripercorrere brevemente la sua storia permette di illustrare altri concetti fondamentali per questo lavoro.

⁴ Altre distinzioni analitiche relative allo studio del rapporto tra uomo e ambiente/territorio vengono discusse nel §1.1.3.

1.1.2 L'ecologia generale

Stando alle più diffuse e canoniche definizioni enciclopediche, l'ecologia va innanzitutto inquadrata come una disciplina scientifica incentrata sullo studio delle relazioni tra gli organismi e il loro ambiente⁵. In questo senso, la storia dell'ecologia inizia in epoca moderna. Intorno al XVIII secolo, infatti, sebbene la parola ecologia non fosse ancora in uso, una serie di studiosi afferenti al campo della più consolidata biologia elaborò una serie di contributi fondamentali introducendo concetti ancora oggi in uso come quelli di catena alimentare (Antoni van Leeuwenhoek), produttività biologica (Richard Bradley) ed equilibrio finalizzato (Carlo Linneo). È solo nel XIX secolo, tuttavia, che vennero poste le basi per la sistematizzazione dell'ecologia come campo disciplinare autonomo e riconosciuto. Nel 1869, infatti, il biologo tedesco Ernst Haeckel introdusse il neologismo *ecologia* (dal greco *oikos*, “casa”, e *logos*, “studio”), mentre nel 1877 lo zoologo Karl Mobius propose il concetto di biocenosi (comunità di viventi) e nel 1895 il danese Eugen Warming pubblicò “un trattato di 'geografia ecologica delle piante', in cui si esamina sistematicamente (...) l'effetto dei parametri ambientali sulla forma, sulla fisiologia e sulla distribuzione delle piante, e le diverse forme di relazioni simbiotiche tra esse (parassitismo, mutualismo, commensalismo, ecc.)” (Strassoldo 1994: 282). A inizio Novecento, tuttavia, l'ecologia era ancora divisa in due principali linee tassonomiche separate (ecologia vegetale e animale). Lo slancio verso la teoria di un'ecologia generale avverrà solo nel periodo interbellico, grazie all'introduzione di nuovi concetti fondamentali, come quelli di comunità biotica (Friedrick E. Clements) ed ecosistema (A.G. Tansley).

A questo punto, la disciplina intraprende due direzioni principali:

“la prima è quella che porta l'ecologia a fungere da supporto scientifico ai movimenti conservazionisti, che avevano cominciato ad affermarsi, sia in Europa che negli Stati Uniti, alla fine del secolo. (...) La seconda direzione è quella della teoria e dei metodi. (...) I contributi fondamentali in questo campo (...) propongono un approccio matematico alla dinamica delle popolazioni, inaugurando così il filone

⁵ Treccani: <https://tinyurl.com/2m6ppv2f>

dell'ecologia formale, modellistico-matematica – e quelli rivolti all'integrazione, nei modelli quantitativi dell'ecologia, dei fattori più prettamente fisici. L'ecosistema viene concettualizzato come un sistema integrato di flussi energetici, comprensivo degli aspetti fisico-chimici (biotipo) e di quelli biologici (biocenosi); di esso si può quindi misurare la 'produttività', l'efficienza', ecc.” (ibidem).

In entrambi i casi, e fino agli anni '70 del Novecento, l'ecologia è tuttavia considerata ancora come una disciplina ancillare della biologia. Nonostante gli importanti sviluppi, e pur essendo “emersa dalla biologia come una disciplina essenzialmente nuova e integrativa, in grado di collegare i processi fisici e biologici” (Odum, Barrett 2005: 4), l'ecologia restava generalmente subordinata alla biologia, sia a livello epistemologico che amministrativo, con le università che mantenevano le facoltà di biologia come punto di riferimento anche per gli ecologi. Un importante punto di svolta nell'evoluzione della disciplina ecologica è invece rappresentato dall'emergere della questione ambientale a livello politico (per il cui approfondimento si rimanda ai §§1.1.4 e 1.1.5). Il mondo dell'ecologia scientifica ha infatti reagito in vari modi all'interesse pubblico nei confronti delle tematiche ambientali. Da un lato, essa “ha spesso reagito con timidezza e fastidio, e rafforzato le difese contro l'eccesso di domanda dall'esterno, enfatizzando la propria natura di scienza 'pura' e specialistica, estranea alle 'emotività' dei movimenti ambientalisti e agli ideologismi della 'ecologia politica” (Strassoldo 1994: 286) ma c'è stato anche “un numero più limitato di studiosi [che] si è convertito alla 'rivoluzione ambientale' ed è andato oltre le attività strettamente scientifiche e didattiche per farsi promotore e protagonista dell'intervento sul sociale, dell'intervento politico” (ibidem).

In generale, la crescita dell'interesse pubblico verso l'ecologia politica (nelle forme illustrate nel §1.1.4 rispetto alle tematiche presentate nel §1.1.5) ha senz'altro comportato una forte crescita dell'ecologia intesa come scienza autonoma, che tuttavia

“sembra essersi tradotta soprattutto in una rapida (e in qualche misura opportunistica) 'ambientalizzazione' o 'ecologizzazione' delle discipline tradizionali, cioè nello sviluppo di branche specialistiche e applicative delle discipline tradizionali, finalizzate alla comprensione e, sperabilmente, alla risoluzione dei problemi ambientali, intesi

essenzialmente in una prospettiva antropocentrica (inquinamento, degrado, esaurimento di risorse, ecc.). Ciò avviene, formalmente e legittimamente, aggiungendo il qualificativo 'ambientale' o 'ecologico' al nome della disciplina (fisica ambientale, chimica ambientale, diritto ambientale, medicina ambientale, economia ambientale, ecc.) o aggiungendo il qualificativo disciplinare al sostantivo 'ecologia' (ecologia agraria), il che può essere in alcuni casi meno corretto. Questa tendenza desta qualche preoccupazione negli ecologi propriamente detti, perché rischia di mortificare lo sviluppo dell'ecologia come scienza autonoma e di affidare la problematica ambientale a studi eterogenei, a-sistematici, privi di direzione e di unità” (ibidem).

Un’ultima tappa fondamentale nel percorso disciplinare dell’ecologia è rappresentata dall’influsso delle teorie dell’informazione che, sviluppatasi compiutamente a partire dagli anni ‘50, forniscono alla disciplina “un nuovo apparato concettuale, in base al quale l'ecosistema può essere descritto non solo in termini di flussi energetici, ma anche in termini informativi” (ivi: 282). In questo passaggio sono particolarmente importanti il ruolo delle tecnologie digitali e le loro implicazioni, su cui ci soffermeremo più avanti, nel §4.1. Ad oggi, l’ecologia si può strutturare in undici livelli organizzativi (cellula, tessuto, organo, sistema di organi, organismo, popolazione, comunità, ecosistema, paesaggio, bioma, ecosfera) e, per ciascuno di essi, in sette processi funzionali (sviluppo, evoluzione, energia, comportamento, diversità, integrazione, regolazione) (Odum, Barrett 2005: 5, cfr. fig. 1). Ognuno di questi elementi può chiamare in causa una specifica disciplina o sotto-disciplina (chimica, biologia, fisica, botanica, zoologia, etologia, geologia, climatologia – solo per fare alcuni esempi). Tuttavia, spesso ci si trova dinanzi a funzioni trascendenti (ivi: 9), ovvero fenomeni che interessano e intersecano diversi livelli e spazi ecologici, richiedendo approcci multi-, cross-, inter- o transdisciplinari (ivi: 16).

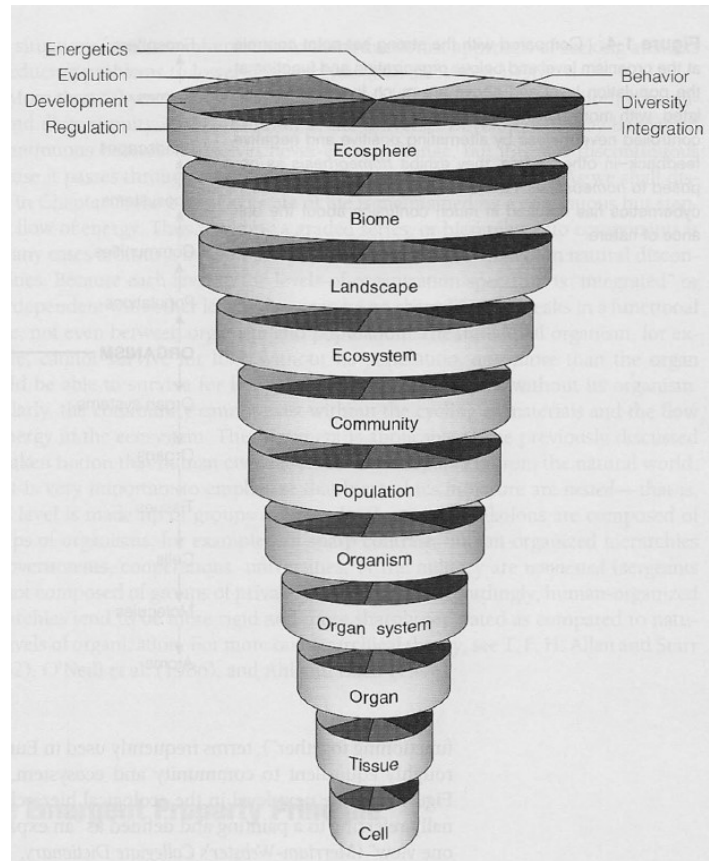


Fig. 1 - Gerarchia dei livelli ecologici di organizzazione; sette processi o funzioni trascendenti sono raffigurati come componenti verticali di undici livelli integrativi di organizzazione (Odum, Barrett 2005:5)

1.1.3 L'ecologia umana

In quanto scienza focalizzata sulle relazioni tra esseri viventi e ambiente, l'ecologia ha interessato diffusamente anche lo studio dell'uomo e della società. Riflessioni sul modo in cui la realtà fisica condiziona lo sviluppo della civiltà sono presenti sin dall'antichità, molti secoli prima che venissero istituzionalizzate l'ecologia generale e le scienze sociali. Il **naturalismo**, inteso come studio del rapporto tra ambiente naturale e società, ha infatti una lunga storia:

“è difficile trovare uno studioso di scienze sociali – prima del nostro [XX, ndr] secolo – che non menzioni il 'fattore geografico' tra quelli che spiegano il comportamento umano e le strutture sociali: Aristotele, Bodin e Montesquieu sono solo tre fra gli infiniti nomi associabili a questa 'teoria'. Per Kant (...) la geografia (umana) è 'la prima scienza sociale', e per tutto l'Ottocento è ben difficile distinguere tra sociologia,

antropologia e geografia, in quanto si dava per scontata la rilevanza, per le scienze sociali, anche dei fattori di 'natura esterna' (geografia) e 'interna' (biologia, razza, ecc.). Per Comte e Spencer le scienze dell'uomo e della società (scienze morali, sociologia) vanno oltre quelle naturali, ma sono solidamente radicate in esse. L' 'organicismo' non è solo una metafora, ma anche un'affermazione della naturalità del sociale” (Strassoldo 1994: 283).

Tuttavia, di fronte alla complessità del mondo sociale moderno, il naturalismo e il determinismo geografico iniziarono a risultare inadeguati e ad essere rigettati:

“buona parte dello sforzo dei fondatori della sociologia contemporanea (Durkheim, Simmel e Weber in particolare) è diretta a enfatizzare la diversità dei fenomeni sociali, culturali, morali da quelli naturali, e l'autonomia dei rispettivi campi scientifici. Questa fondamentale 'regola del metodo sociologico' si è irrigidita, nella prima metà del nostro secolo, in un dogma antinaturalistico di rigida esclusione dei fattori biologici e geografici dall'orizzonte della sociologia, e ciò in parte anche in comprensibile reazione alle disastrose degenerazioni della geografia umana nella geopolitica alla Haushofer e del biologismo nel razzismo nazista” (ibidem).

Il rigetto antinaturalistico e il conseguente predominio, nel panorama sociologico del XX secolo, di approcci idealisti, culturalisti e disincarnati come quelli della sociologia strutturalista e funzionalista non fu tuttavia tale da eliminare completamente l'attenzione verso il rapporto ambiente-società:

“all'interno della sociologia stessa si erano sviluppate, tra gli ultimi decenni dell'Ottocento e i primi del Novecento, sulla base di una precisa 'domanda sociale', specializzazioni applicate ai problemi di due tipi particolari di ambienti fisici, la città e la campagna. Alle sociologie 'urbana', 'delle comunità locali', 'rurale', 'agraria', 'degli insediamenti', 'regionale', 'del territorio', ecc., qualunque fosse il particolare approccio teorico adottato, non era evidentemente possibile trascurare il ruolo dei

fattori geografico-spaziali; era quindi inevitabile che queste costituissero una delle principali aree di incontro tra le scienze sociali e quelle naturali” (ibidem).

È in questo contesto che si verifica il primo sodalizio formale tra l’ecologia generale e la sociologia. Intorno agli anni Venti del Novecento, infatti, Robert Park e Roderick McKenzie, sociologi dell’Università di Chicago, incontrano gli ecologi della stessa accademia, dando avvio al primo progetto empirico dell’**ecologia umana**. Sebbene tale espressione fosse stata introdotta già dalla chimica statunitense Ellen Richards (1907) e poi ripresa dal biologo e filosofo scozzese Patrick Geddes (1915), è solo con la Scuola di Chicago che la città inizia ad essere concettualizzata come un vero e proprio habitat umano,

“una comunità biologica (biocenosi) [in cui] la competizione tra individui e gruppi per le risorse vitali (...) si svolge secondo dinamiche più o meno regolari e simili a quelle individuate dai botanici (invasione, successione, dominanza) e sfocia in patterns spaziali caratteristici (le 'aree naturali'). La struttura urbana complessiva è la risultante di questi processi, e mostra delle regolarità altrettanto caratteristiche (modello a centri concentrici, modelli polinucleari, ecc.). I processi urbani si svolgono a due livelli: quello 'biotico', di lotta individuale per la sopravvivenza, e quello più propriamente sociale (morale, culturale) in cui intervengono fattori che modificano e regolano la competizione, tra cui i costumi, ma anche l'amministrazione e la politica. L'ecologia umana è la scienza sociale specializzata nello studio dei processi del primo livello, anche se non può trascurare questi ultimi.” (ibidem).

Successivamente, quando Park lascia l’Università nel 1933, nel dipartimento cominciano a moltiplicarsi linee e orientamenti di ricerca, rendendo “il quadro complessivo delle attività sempre più eterogeneo, articolato, ma per molti versi anche indebolito e frammentato” (Granata 2015: 94). Dagli anni Quaranta e fino ai Settanta, infatti, l’ecologia umana si sviluppa lungo due direttrici opposte che riguardano il suo rapporto con l’ecologia generale. La prima corrente, di stampo più marcatamente naturalistico e deterministico, vede nell’ecologia umana “l’applicazione 'propria'

dell'ecologia generale a quella particolare specie animale che è l'uomo a quel particolare biotopo che è la città” (Strassoldo 1994: 284). Tra i principali esponenti di questa scuola si annovera il sociologo americano Amos Hawley, punto di riferimento per quell'ecologia umana biologicista e formalista che dagli anni '50 ai '90 ha prodotto studi di carattere perlopiù demografico⁶. Questo approccio tenderà tuttavia a naufragare gradualmente a causa della difficoltà nell'applicare ai fenomeni sociali i metodi tipici delle scienze naturali, come la sperimentazione di laboratorio e l'isolamento delle variabili. La seconda corrente, invece, insiste più semplicemente sulla “natura meramente analogica ed euristica dei prestiti concettuali e teorici” (ibidem) tra i due saperi. È il caso dell'ecologia umana antropologica, sociologica e urbano-abitativa. Le prime due, largamente assimilabili a ciò che oggi viene comunemente definita **sociologia dell'ambiente**, hanno prodotto studi di carattere economico incentrati sulla raccolta di risorse alimentari e sulle pratiche agricole, ma anche sulla mobilità territoriale e sulla distribuzione delle attività produttive. L'ecologia urbano-abitativa, invece, “ha qualche limitata diffusione tra gli studiosi di architettura, di urbanistica, di pianificazione territoriale, di progettazione ambientale e simili. (...) In questa versione compito dell'ecologia umana è l'analisi scientifica dei bisogni, delle preferenze, delle aspirazioni e dei valori umani rispetto all'ambiente fisico, in modo da permettere ai progettisti di produrre strutture adeguate. Queste esigenze sono di ordine fisiologico, ma anche psicologico, simbolico, culturale e sociale; tutte le scienze dell'uomo sono quindi chiamate a fornire questi dati” (ivi: 288).

Il rapporto tra società umane e ambiente, dunque, è stato e continua ad essere affrontato attraverso molteplici e diverse chiavi di lettura “ecologiche”, di cui si è sin qui offerta una sintetica rassegna. Lo schema riportato di seguito (fig. 2) offre un quadro tassonomico ancor più articolato e complesso.

⁶ Un'introduzione in italiano a questa corrente sociologica è data dal volume collettaneo *Sociobiologia e natura umana* (AA.VV. 1980), edito da Einaudi e introdotto da Luciano Gallino.

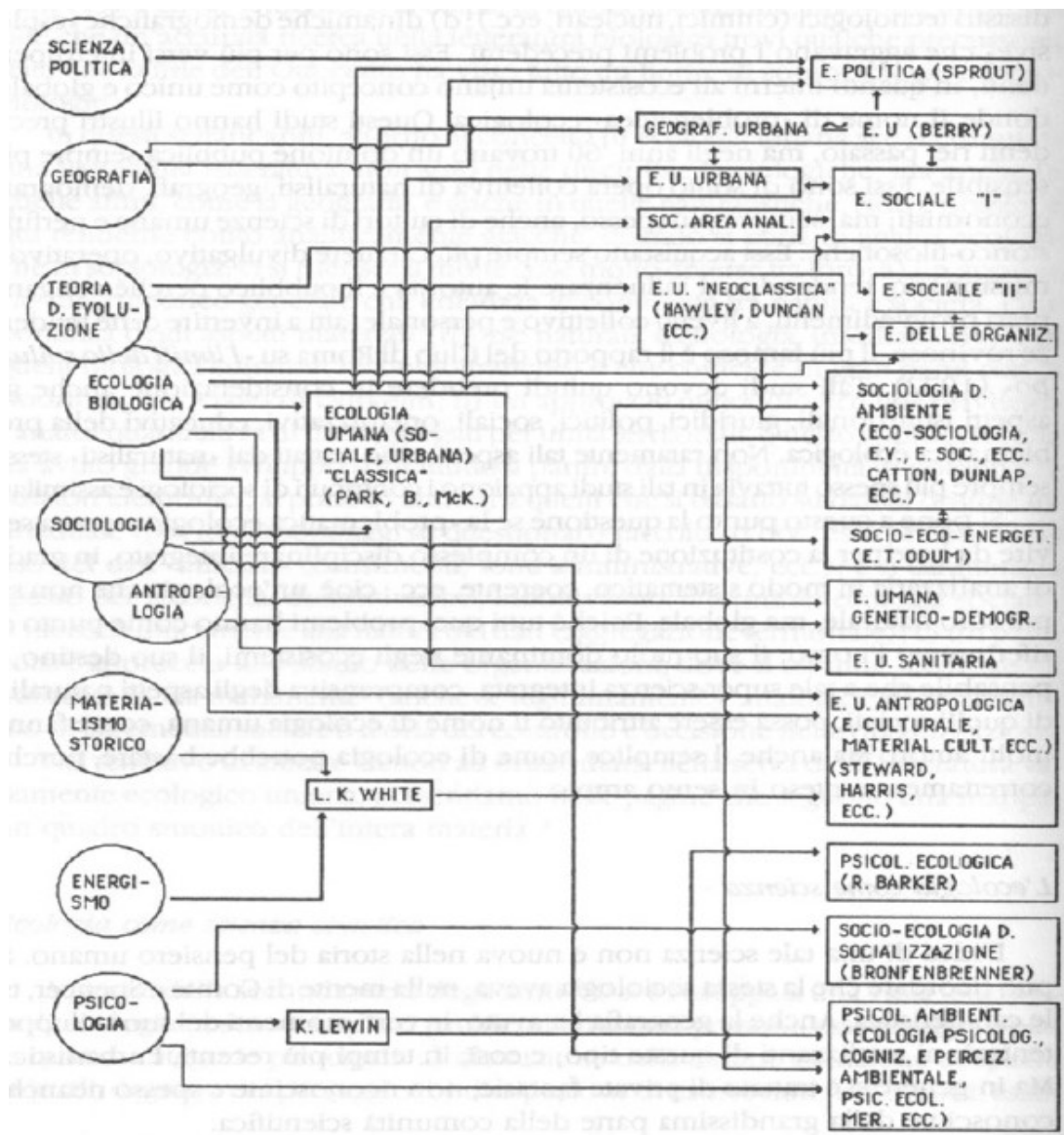


Fig. 2 - Tassonomia e fonti dell'ecologia umana (Strassoldo 1990: 210)

Tale schema potrebbe essere ulteriormente ampliato andando a considerare altre due "ecologie" essenziali a questo lavoro: l'ecologia dei media e quella delle infrastrutture dell'informazione. Sebbene in questi casi il rimando alla disciplina ecologica sia perlopiù metaforico, giacché ad essere oggetto di indagine non è più il rapporto tra uomo e ambiente bensì tra uomo e tecnologie della comunicazione (cfr. §2.3), tali approcci ereditano la prospettiva relazionale tipica dell'ecologia e possono essere efficacemente utilizzati proprio per includere e valutare il ruolo dei media nella relazione tra uomo e ambiente.

1.1.4 La partecipazione ambientale: dall'ambientalismo alla *green economy*

Lo sviluppo dell'ecologia generale e dell'ecologia umana, nel corso del Novecento, ha comportato una migliore comprensione dell'ambiente e delle sue fragilità proprio mentre l'impatto delle attività antropiche raggiungeva il suo apice con l'industrializzazione post-bellica, dando inizio alla cosiddetta "Grande accelerazione" (Bonneuil, Fressoz 2019) nella produzione di gas climalteranti e in una lunga serie di altri processi di degrado ambientale. Sebbene già nella letteratura inglese e francese del Cinquecento e del Seicento fossero presenti diverse denunce riguardanti l'insalubrità dello sviluppo urbano prima e di quello industriale poi, fu solo a partire dal secondo dopoguerra che tali preoccupazioni divennero ampiamente condivise nell'opinione pubblica, facendo emergere una "questione ambientale" che assumeva i tratti di un problema pubblico e politico a cui partecipare attraverso diversi strumenti e modalità. Anche qui, come per l'ecologia generale e per quella umana, si sovrappongono molte categorie, attori, idee, storie, saperi e processi che portano spesso a una certa confusione. In questo paragrafo, in maniera simile a quelli precedenti, si proverà a distinguere tra concetti affini ma diversi, tenendo tuttavia presente che i confini tracciati sono solo analitici e concettuali, mai nettamente identificabili nella realtà empirica.

Per apprezzare le specificità della partecipazione alla questione ambientale occorre innanzitutto delineare il più generico campo della partecipazione politica a cui, canonicamente, si ascrivono attività quali iscriversi a un partito, contribuire ai suoi obiettivi, candidarsi alle elezioni, votare, segnalare problemi alla comunità, proporre soluzioni, organizzare forme di protesta o anche solo aderirvi (cfr. Gallino 1978: 498-499). Tutte queste azioni – che possono caratterizzare un qualunque ambito della vita politica, non solo quello relativo all'ambiente – delineano un modello partecipativo che insieme alla filosofia politica Noortje Marres (2012) chiameremo "informazionale" poiché basato, sia a monte che a valle, sulle informazioni. L'informazione rappresenta infatti il "grado zero" della partecipazione (Pellizzoni 2008: 95), l'input necessario per decidere se e come intervenire su una data questione pubblica. Ma negli esempi appena presi in considerazione l'informazione rappresenta anche l'output del processo partecipativo: nel modello informazionale, infatti, il contributo del cittadino è essenzialmente comunicativo, esso consiste cioè nell'elaborare idee e nel trasmettere informazioni, per

esempio attraverso manifestazioni pubbliche, sondaggi, voti, assemblee, interviste, petizioni etc.

Nel caso della questione ambientale, il modello partecipativo informativo si è manifestato innanzitutto attraverso il movimento sociale dell'**ambientalismo** (o ecologismo). Sebbene questi termini, oggi, fungano da ombrello sotto cui riparare i più disparati aspetti del rapporto tra politica e ambiente⁷, il loro significato originale riguarda quei movimenti di contestazione e conflitto sviluppatasi a partire dagli anni Sessanta in America e in Europa, che quindi rappresentano una delle prime, nonché più forti e dirette, forme di partecipazione alla questione ambientale intesa come problema pubblico e politico. La nascita dell'attivismo ambientalista deve molto alla pubblicazione nel 1962 del libro *Primavera silenziosa* (Carson 1999): incentrata sugli effetti dei pesticidi, l'opera della biologa americana innescò un dibattito così ampio, e una serie di effetti concreti sulla vita sociale, che "il 1962 viene da molti considerata come la data di nascita ufficiale della coscienza ambientale" (Danon 2006: 76). Tale coscienza, con le proteste e le altre manifestazioni che essa alimentava, prendeva spesso forma nel quadro di associazioni di cittadini che in alcuni casi, da piccoli comitati locali, si sono sviluppati in organizzazioni sempre più grandi, complesse e internazionali. È in questo periodo, infatti, che nascono alcune delle principali organizzazioni non governative (ONG) ambientaliste come il *WWF* (1961), *Friends of Earth* (1969) e *Greenpeace* (1971) i cui compiti non si sono limitati all'informazione, alla sensibilizzazione e all'educazione ambientale ma si sono estesi, gradualmente, al presidio, al controllo e alla contestazione delle attività che minacciano l'integrità ambientale dei territori. Nel corso di pochi anni, anche grazie alla commistione con i movimenti studenteschi e contro-culturali, l'ambientalismo ha raggiunto nei Paesi occidentali una dimensione e una rilevanza tali da costringere gli Stati ad accoglierne le istanze attraverso l'elaborazione e l'attuazione di appositi provvedimenti normativi, segnando la nascita delle prime politiche ambientali. È significativo, in questo senso, che "nell'ordinamento italiano il termine «inquinamento» compaia per la prima volta nella normativa della L. 963 del 1965" (Bagliani, Dansero 2011: 236).

⁷ Nebbia, G. (1999): <https://tinyurl.com/5xbu9hfu>

Le **politiche ambientali** definiscono appunto una seconda, grande categoria di azioni e strumenti “informativi” con cui la società può intervenire sull’ambiente per contrastarne il degrado. Seguendone lo sviluppo storico e l’evoluzione, è possibile individuarne almeno tre differenti generazioni. La prima, delineatasi a partire dalla metà degli anni Sessanta, è costituita da quei provvedimenti normativi che indirizzano interventi di carattere tecnico finalizzati alla rigenerazione, al recupero e al risanamento del territorio (Bagliani, Dansero 2011: 238-239). Questa strategia, improntata al principio del disinquinamento, ha il suo attore principale nello Stato che è responsabile – insieme ai suoi organi, agenzie ed enti locali – dell’esecuzione e del controllo di tali processi. Nelle politiche ambientali, quindi, la partecipazione del pubblico non è più diretta come nel caso dell’attivismo ambientale ma è mediata dalle istituzioni, che possono tuttavia coinvolgere la società civile e accoglierne le istanze attraverso strumenti – come sondaggi, votazioni e assemblee – caratterizzati da diversi livelli di impatto (vedi fig. 3). Anche l’avvento dei partiti verdi, nel corso degli anni Ottanta, e l’istituzione di appositi ministeri dell’ambiente possono essere ricondotti a questa prima generazione di politiche ambientali, avendo risposto alle esigenze partecipative e operative della società civile verso questi strumenti.

IAP2 Spectrum of Public Participation



IAP2's Spectrum of Public Participation was designed to assist with the selection of the level of participation that defines the public's role in any public participation process. The Spectrum is used internationally, and it is found in public participation plans around the world.

		INCREASING IMPACT ON THE DECISION				
		INFORM	CONSULT	INVOLVE	COLLABORATE	EMPOWER
PUBLIC PARTICIPATION GOAL		To provide the public with balanced and objective information to assist them in understanding the problem, alternatives, opportunities and/or solutions.	To obtain public feedback on analysis, alternatives and/or decisions.	To work directly with the public throughout the process to ensure that public concerns and aspirations are consistently understood and considered.	To partner with the public in each aspect of the decision including the development of alternatives and the identification of the preferred solution.	To place final decision making in the hands of the public.
	PROMISE TO THE PUBLIC	We will keep you informed.	We will keep you informed, listen to and acknowledge concerns and aspirations, and provide feedback on how public input influenced the decision.	We will work with you to ensure that your concerns and aspirations are directly reflected in the alternatives developed and provide feedback on how public input influenced the decision.	We will look to you for advice and innovation in formulating solutions and incorporate your advice and recommendations into the decisions to the maximum extent possible.	We will implement what you decide.

© IAP2 International Federation 2018. All rights reserved. 20181112_v1

Fig. 3 - La “scala” della partecipazione elaborata dalla International Association for Public Participation (IAP2): <https://tinyurl.com/nhfwr5z>

Una seconda generazione di politiche ambientali emerge invece a partire dalla metà degli anni Ottanta e, in maniera più marcata, dall'inizio dei Novanta. Anche in questo caso si tratta di un'ampia e diversificata gamma di provvedimenti, questa volta però caratterizzati dal coinvolgimento di attori non statali come organizzazioni internazionali e aziende. Il moltiplicarsi e l'aggravarsi dei fenomeni di degrado ambientale hanno infatti dimostrato l'insufficienza delle politiche ambientali di prima generazione che quindi sono state affiancate da strumenti regolativi internazionali (come le Convenzioni e i Protocolli ONU, ma anche le norme di emissione, gli standard di processo e di prodotto emanati dalla Comunità Europea congiuntamente a organizzazioni internazionali come l'ISO) e da strumenti economici quali tasse, sussidi, incentivi e mercati artificiali (come quello per i diritti di emissione negoziabili) tesi a stimolare la ricerca e lo sviluppo di soluzioni produttive a minor impatto ambientale. Una terza generazione di politiche ambientali, anch'essa individuabile a partire dagli anni Novanta e caratterizzata dal coinvolgimento del settore privato, si distingue dalle precedenti per la volontarietà dei suoi provvedimenti. Per essere compresa, questa seconda tipologia va contestualizzata nel più ampio quadro della modernizzazione ecologica (Mol 2001) e della *green economy*, ovvero in quel paradigma economico per cui il fattore ambientale, divenuto un costo a causa del quadro normativo delineatosi a partire dagli anni Sessanta, viene concepito come opportunità di valorizzazione (cfr. Leonardi 2017: 123-130). Gli strumenti volontari di terza generazione, infatti, sono volti "alla promozione di una nuova modalità di approccio imprenditoriale all'ambiente, teso ad anticipare le norme per guadagnare un vantaggio competitivo nei confronti delle imprese che dovranno adeguarsi in seguito" (Bagliani, Dansero 2011: 254). In questa categoria, quindi, rientrano sia interventi aziendali di eco-ristrutturazione volontaria (*eco-design*) sia quei processi di comunicazione e rendicontazione delle prestazioni ambientali (*eco-auditing*) rivolte ai consumatori attraverso il sistema di etichettatura (*eco-labelling*).

Nel quadro delle politiche ambientali di seconda e terza generazione delineatosi tra gli anni Ottanta e Novanta è quindi possibile individuare l'emergere di un nuovo modello di partecipazione della società civile alla questione ambientale che, pur senza sostituirlo, si affianca al modello "informativo" dimostratosi, specialmente rispetto alla questione ambientale, scarsamente coinvolgente, troppo impegnativo e soprattutto poco efficace (Macnaghten 2003). Marres definisce questo nuovo modello

“partecipazione materiale” perché in esso si privilegiano i concetti di azione, impatto e sfera privata a scapito dell’informazione, del dialogo e della sfera pubblica:

“negli ultimi anni c’è stata una serie di tentativi istituzionali, organizzativi e individuali di collocare l’impegno civico per i problemi ambientali in pratiche quotidiane e materiali. I più visibili tentativi di questo tipo sono quelle campagne pubblicitarie che elevano azioni concrete come accendere il riscaldamento, cucinare e fare le pulizie a modi di impegnarsi verso una serie di problemi, dal cambiamento climatico all’esaurimento delle risorse e della biodiversità. Queste campagne assegnano a oggetti materiali di uso quotidiano – come le lampadine, i termostati o il compost – la capacità di mediare l’azione pubblica sull’ambiente” (Marres 2012: 2, tda).

La partecipazione materiale alla questione ambientale delinea quindi un modello ben diverso da quello informativo: mentre in quest’ultimo partecipare significa elaborare informazioni e idee nella sfera pubblica attraverso pratiche discorsive, la partecipazione materiale consiste in un vasto insieme di attività dal carattere perlopiù privato e quotidiano attraverso cui gli individui cercano di diminuire il proprio impatto ambientale. Ciò può essere fatto sia attraverso un uso sobrio, responsabile, ponderato e non consumistico delle proprie risorse sia attraverso la scelta dei prodotti e delle soluzioni di mercato proposte dalla *green economy*, il cui consumo assume quindi i tratti di un atto partecipativo (cfr. anche Ceccarini 2008). Tra i tanti, un piccolo ma significativo esempio di questa tendenza emerge con chiarezza da un recente spot con cui la multinazionale dell’arredamento IKEA pubblicizza la sostenibilità dei propri prodotti⁸. Il video – intitolato *Con IKEA, rendi il pianeta un posto migliore in cui vivere* – è ambientato in una casa dove i più giovani componenti della famiglia (due fratelli e una sorella) sono intenti in una serie di azioni quotidiane come aprire il frigo, caricare la lavatrice e pranzare. A queste immagini si alternano quelle (vedi fig. 4 e 5) in cui gli adulti della famiglia (padre, madre, nonno) vengono rappresentati come degli attivisti casalinghi che, con tanto di bandiere e cartelloni, rimediano agli errori dei più giovani grazie all’uso dei prodotti IKEA (“sacco per bucato 90% poliestere riciclato”, “contenitore per alimenti, in bambù

⁸ IKEA Italia (2020): <https://tinyurl.com/2p984anb>

sostenibile”). Sullo sfondo, una voce recita: “eccoti qui, compari sempre così, all’improvviso. E hai un radar per chi non è *green*. Una lavatrice per un paio di calzini? Pura follia. Dove gli altri vedono un nipotino, tu un pericolo per il Pianeta. Sì, senza saperlo eri già l’attivista di casa. Avevi solo bisogno di un aiuto in più. Unisciti a noi per rendere il pianeta un posto migliore in cui vivere”.



Fig. 4 - Scena tratta dallo spot Con IKEA, rendi il pianeta un posto migliore in cui vivere (2020)



Fig. 5 - Scena tratta dallo spot Con IKEA, rendi il pianeta un posto migliore in cui vivere (2020)

Nel corso di pochi decenni, quindi, si è assistito ad una veloce moltiplicazione e diversificazione delle azioni, degli strumenti e degli attori coinvolti nella partecipazione

alla questione ambientale. L'ambientalismo, da semplice movimento sociale, è stato in grado di istituzionalizzarsi in grandi organizzazioni civiche e in complesse entità politiche, inaugurando una stagione di intervento statale che, pur sopravvivendo tutt'oggi, è stata poi affiancata da una galassia di provvedimenti e pratiche in cui sono coinvolti diversi *stakeholders*, secondo il modello della *governance*. In particolare, il coinvolgimento degli organi internazionali e delle aziende è risultato in una ristrutturazione del sistema economico e dell'offerta produttiva improntata ai principi della sostenibilità ambientale che rappresenta una modalità partecipativa anche dal lato della domanda, con i cittadini che possono fare la propria parte per l'ambiente anche attraverso le scelte private di consumo.

Ora – dopo aver chiarito il significato di alcuni termini di uso comune (§1.2.1), sintetizzato la storia di scienze naturali e sociali quali l'ecologia e l'ecologia umana (§1.2.2; §1.2.3) e illustrato le possibilità di intervento sociale, politico ed economico sull'ambiente – non resta che distinguere, per tipologia e scala, i diversi fenomeni fisici di degrado ambientale. Ripercorrere brevemente la storia della crisi ecologica permette di passare in rassegna i principali tipi di degradazione ambientale emersi nel corso del tempo e, dunque, di entrare nel merito e nei contenuti di una non meglio identificata “questione ambientale” di cui sinora ci siamo limitati ad analizzare le forme partecipative.

1.1.5 Tra locale e globale: breve storia della crisi ambientale

Nel paragrafo precedente sono state illustrate le principali modalità partecipative alla crisi ambientale, intesa come problema politico. A questo punto si rende però necessario un ulteriore chiarimento: al di là della sua dimensione politico-sociale, cos'è *materialmente* la questione ambientale? In quali fenomeni fisico-naturali consiste?

Come accennato poc'anzi, l'ambiente assume i contorni di una questione pubblica e politica a partire, convenzionalmente, dalla pubblicazione di *Primavera silenziosa* nel 1962. Nel suo saggio, che prende il titolo dalla “descrizione di un futuro privo di uccelli, a causa dell'uso indiscriminato di pesticidi” (dell'Agnese 2011: 51), la biologa Rachel Carson enumera ed analizza i danni che il DDT ed altri fitofarmaci per l'agricoltura apportano alla salute dell'uomo e dell'ambiente: la contaminazione degli alimenti, e dunque del suolo, si lega all'inquinamento delle falde acquifere e dell'atmosfera, nonché

ai rischi di estinzione e di minaccia alla biodiversità. A determinare il grande successo dell'opera di Carson furono probabilmente i timori legati alla contaminazione alimentare che l'inquinamento del suolo suscita immediatamente nei consumatori. L'impatto culturale del libro fu tale da contribuire in maniera determinante alla messa al bando del DDT nonché all'affermazione del movimento ambientalista. Nel corso degli anni '60, **l'inquinamento idrico e del suolo** diventano quindi oggetto di crescente attenzione da parte delle istituzioni scientifiche e politiche che iniziano a effettuare una serie di studi ed interventi localizzati per bonificare le aree in cui si sono verificati sversamenti di sostanze tossiche, rifiuti e liquami. Tali sversamenti ricevono una forte copertura mediatica, prestandosi particolarmente bene alla notiziabilità in virtù del loro drammatico impatto visivo (cfr. Anderson 2014): si pensi, a tal proposito, alle immagini di disastri petroliferi in mare o di discariche abusive, capaci di comunicare visivamente uno stato di degrado ambientale che è invece meno immediatamente percepibile nel caso dei pesticidi e di altri agenti inquinanti atmosferici. Pur trattandosi di fenomeni abbastanza circoscritti, l'inquinamento idrico e del suolo conquistarono, e per certi versi monopolizzarono, l'attenzione del movimento ambientalista ai suoi albori.

Durante gli anni '70, spesso indicati come il “decennio dell'ambiente”, l'agenda ambientalista non solo raggiunge sempre più persone, ma allarga anche il ventaglio di problemi da affrontare: l'attenzione pubblica inizia infatti a spostarsi da fenomeni di contaminazione relativamente circostanziati a dinamiche di scala mondiale, come la crescita demografica e **il consumo globale di risorse**. Il 1972 è in questo senso una data significativa, nella quale ricadono almeno due eventi importanti. Il primo è dato dalla Conferenza di Stoccolma che, pur rappresentando un “caposaldo della storia istituzionale del problema ambientale” (Bagliani, Dansero 2011: 185), resta sospeso tra un anelito globale e un'effettività locale. La Conferenza, infatti, dedicò

“una considerazione solo parziale ai problemi ambientali e dello sviluppo nel Terzo Mondo. Essa rifletteva pertanto le preoccupazioni classiche dell'ambientalismo dei Paesi sviluppati, in particolare l'inquinamento che fu il tema dominante. (...) Le principali preoccupazioni della stessa Svezia, che aveva promosso l'incontro, erano il fenomeno delle piogge acide, dell'inquinamento del Baltico e

dei livelli di pesticidi e metalli pesanti presenti in pesci e uccelli. I problemi ambientali e i problemi dello sviluppo vennero considerati separati, e venne accantonato il tentativo di integrare e condividere i problemi fra Paesi” (ibidem).

Nonostante lo scarso spazio dedicatogli a Stoccolma, il rapporto tra sviluppo economico e questioni ambientali trova spazio in un altro evento-chiave per l’ambientalismo che risale sempre al 1972: la pubblicazione, da parte del Club di Roma, del *Rapporto sui limiti dello sviluppo*. Il testo, basato su una modellazione digitale, prevedeva il collasso economico e ambientale entro un secolo a causa dell’esaurimento delle risorse naturali, a meno di un radicale cambiamento nella direzione dello sviluppo globale. Il documento, oltre a popolarizzare la distinzione tra risorse rinnovabili e non, evidenziò gli assunti lineari e anti-ecologici del sistema capitalistico, costringendo il movimento ambientalista a confrontarsi con questioni altre rispetto al “semplice” inquinamento e ad affrontare dinamiche di stampo più apertamente politico, economico e sistemico.

Tuttavia è solo nel corso degli anni ‘80 e ‘90 che il rapporto tra ambiente e sviluppo, tra economia ed ecologia, inizia ad occupare il centro del dibattito pubblico, anche a causa del presentarsi di nuove e complesse questioni. Innanzitutto, nel 1985, emerge il problema del buco dell’ozono, un fenomeno atmosferico tutt’oggi controverso, la cui causa è stata a lungo identificata, forse erroneamente, nell’uso antropico di propellenti e vari gas. In secondo luogo, nel 1986, il disastro di Chernobyl mostra al mondo intero i rischi connessi all’energia nucleare e i tragici effetti delle radiazioni ionizzanti, facendo emergere inoltre il problema della gestione delle scorie. Quello del nucleare è senza dubbio il più eclatante esempio di inquinamento di natura fisica, una categoria nella quale tuttavia rientrano anche altri importanti fenomeni di disturbo come l’inquinamento acustico, luminoso ed elettromagnetico. Quest’ultimo, per inciso, è venuto alla ribalta negli ultimi anni proprio in seguito alla costante crescita dei flussi telematici, come evidenziato recentemente dal celebre e controverso caso dell’infrastruttura digitale 5G. Infine, gli anni ‘80 sono anche il decennio in cui il discorso ambientalista acquisisce una nuova parola d’ordine, con il suo focus che passa dall’inquinamento alla **sostenibilità**. È il famoso *Rapporto Brundtland*, pubblicato nel 1987

dalla Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo (WCED) con il titolo *Our Common Future*, a porre la necessità di una transizione ecologica orientata alla sostenibilità intra e intergenerazionale, un concetto che da quel momento poi diverrà il paradigma di riferimento per ciò che concerne i rapporti tra ambiente e sviluppo⁹. Nel corso degli anni '90, infatti, tanto la comunità scientifica internazionale quanto il movimento ambientalista e il sistema produttivo concentrano le proprie forze sul tema della sostenibilità, offrendone però interpretazioni diverse, collocabili su un continuum in cui è possibile rintracciare forme di sostenibilità “deboli” e “forti”. Le prime, tipiche del mondo industriale, di stampo tecnocentrico e improntate alla tutela dei consumi, sono esemplificate dalle ristrutturazioni produttive della *green economy*. Le seconde, tipiche dei movimenti ambientalisti radicali, sono di stampo eco-centrico e puntano alla preservazione degli ecosistemi. Nel mezzo, si può parlare di una sostenibilità “intermedia”, tipica del mondo scientifico e sospesa tra gli obiettivi di mantenimento dei livelli di benessere e di conservazione della natura. Ad ogni modo, il concetto di sostenibilità costringe il pubblico a confrontarsi in maniera più complessa e completa con una serie di problemi ambientali prima non centrali e solo secondari rispetto all'inquinamento. La presa d'atto della non sostenibilità nell'uso di risorse quali il legno, ad esempio, evidenzia i rischi connessi alla **deforestazione**, sia in termini di desertificazione del suolo che di perdita di biodiversità e di cambiamento climatico. Questi ultimi due problemi, non a caso, diventano oggetto di apposite Convenzioni internazionali firmate durante l'*Earth Summit* di Rio de Janeiro solo nel 1992.

È proprio il **cambiamento climatico**, spesso indicato anche come riscaldamento globale (*global warming*) o effetto serra, a monopolizzare l'attenzione pubblica a partire dagli anni 2000, imponendosi come il problema ambientale più urgente, importante e minaccioso del nuovo millennio. Con il moltiplicarsi di eventi meteorologici estremi dalla grande risonanza mediatica e con il crescente consenso della comunità scientifica rispetto alla responsabilità dell'uomo verso tale fenomeno, il cambiamento climatico assurge a problema ambientale per eccellenza, al punto che diventano di uso comune espressioni

⁹ La necessità di un'etica ecologica attenta al futuro del pianeta e delle prossime generazioni era stata già anticipata nel 1979 dal filosofo Hans Jonas (2002) che introduce il “principio di responsabilità” nell'omonimo libro.

quali “crisi climatica” o “emergenza climatica” (quest’ultima eletta addirittura parola dell’anno 2019, cfr. §1.3).

Il cambiamento climatico è quindi

“asceso a principale criticità ambientale globale, accentrando su di sé il dibattito sullo sviluppo sostenibile e sulle azioni necessarie per invertire la tendenza verso il riscaldamento globale. Ciò ha portato a una specializzazione del dibattito su alcuni elementi in particolare (...). Se agli inizi degli anni Novanta si era affermata una visione, la più ampia e generale possibile, nel discutere di sostenibilità, oggi si constata una maggiore attenzione ad alcuni campi specifici, tutti legati a doppio filo alla questione del cambiamento climatico: il risparmio energetico, la generazione di energia da fonti alternative e meno impattanti, il contenimento delle emissioni a effetto serra, e così via.” (Bagliani, Dansero 2011: 205).

A partire dal Protocollo di Kyoto (1997) diventano quindi centrali due particolari categorie di politica ambientale specificamente incentrate sul cambiamento climatico: **le politiche di mitigazione e di adattamento**. Se queste ultime consistono in soluzioni che agiscono sugli effetti del cambiamento climatico (come ad esempio lo sviluppo di colture resistenti alla siccità o la costruzione di difese contro le inondazioni, come il MOSE di Venezia), alle prime spetta invece il compito ancor più delicato di intervenire sulle sue cause. Rientrano quindi in questa categoria un gran numero di processi e di strategie (di cui si riporta una sintetica tassonomia in fig. 6) che sono tuttavia accomunate nella maggior parte dei casi dall’obiettivo fondamentale di ridurre le emissioni di gas climalteranti, in particolare di CO₂. L’anidride carbonica è senza dubbio il nemico giurato dell’ambientalismo istituzionale ed economico del XXI secolo, il composto chimico su cui si giocano piani miliardari attraverso cui Stati e multinazionali si prefiggono di raggiungere il famoso obiettivo di “emissioni zero”.

Settore	Principali tecnologie e pratiche di mitigazione attualmente disponibili sul mercato
Produzione di energia	Miglioramento dell'efficienza delle forniture e della distribuzione di energia; passaggio da carbone a gas come carburante; energia nucleare; calore ed energia rinnovabile (energia idroelettrica, solare, eolica, geotermale e bioenergia); energia e calore combinati; prime applicazioni di CCS (<i>Carbon Capture and Storage</i>), per esempio, stoccaggio della CO ₂ rimossa dal gas naturale.
Trasporti	Veicoli alimentati a carburante più efficiente; veicoli ibridi; veicoli diesel più puliti; biocarburanti; spostamento modale dal trasporto su ruote al trasporto su rotaie e sistemi di trasporto pubblico; trasporti non motorizzati (bicicletta, a piedi); pianificazione dell'uso del territorio e dei trasporti.
Costruzioni	Efficiente illuminazione e uso dell'orario legale; apparecchi elettrici e dispositivi di riscaldamento raffreddamento più efficienti; cucine più efficienti, migliori isolamenti; progettazione per riscaldamento e il raffreddamento solare attivo e passivo; fluidi di refrigerazione alternativi recupero e riciclo dei gas fluorogenati.
Industria	Uso più efficiente delle apparecchiature elettriche; recupero di energia e calore; riciclo e sostituzione dei materiali; controllo delle emissioni di gas non-CO ₂ .
Agricoltura	Gestione migliorata delle coltivazioni e dei pascoli per aumentare la riserva di carbonio nel suolo; ripristino di suoli di torbiera coltivati e di terre degradate; miglioramento delle tecniche di produzione del riso, di allevamento del bestiame, della gestione del concime per ridurre le emissioni di CH ₄ ; miglioramento delle tecniche di applicazione di fertilizzanti a base di nitrati per ridurre le emissioni di N ₂ O; coltivazioni dedicate per sostituire i combustibili fossili; miglioramento dell'efficienza energetica.
Silvicoltura/ Foreste	Forestazione; riforestazione; gestione delle foreste; riduzione delle deforestazione; gestione dei prodotti derivanti dalla raccolta del legname; uso dei prodotti della silvicoltura per la produzione di bioenergia allo scopo di sostituire l'uso di combustibili fossili.
Rifiuti	Siti per il recupero del metano; incenerimento dei rifiuti con recupero di energia; compostaggio dei rifiuti organici; trattamento controllato delle acque di scarico; riciclo e minimizzazione dei rifiuti.

Fig. 6 - Tassonomia delle politiche di mitigazione. Fonte: *Ecologicacup* (16/06/2016): <https://tinyurl.com/4s374f8f>

È significativo, tuttavia, che nella tabella qui riportata manchi un intero settore, quello della comunicazione e delle sue tecnologie. Nonostante il loro rapporto con l'ambiente venga spesso trascurato, le ICT, soprattutto quelle digitali, rappresentano sia un importante strumento di sostenibilità che una fonte di degrado ambientale. Prima di illustrare nel dettaglio questa ambivalenza del digitale (cfr. §2.1 e 2.2) è però necessario chiarire in via preliminare cosa esso sia, dato che, esattamente come per l'ambiente e l'ecologia, ci troviamo di fronte ad una categoria assai ampia e complessa.

1.2 Cos'è il digitale?

Rispondere alla domanda che dà il titolo a questa sezione è compito tutt'altro che semplice. Anzi, si tratta forse di una domanda mal posta a cui è addirittura impossibile rispondere, perché la parola "digitale" è innanzitutto un aggettivo che, in quanto tale, definisce una qualità attribuibile a un numero indefinibile di sostantivi, alle volte anche molto lontani tra loro. Tecnologie, media, società, rivoluzione, piattaforme, servizi,

immagini, cultura ed economia sono solo alcuni esempi di termini spesso qualificati come “digitali”. Eppure capita sempre più spesso che nel discorso pubblico si parli del “digitale” in forma sostantivata e in senso assoluto: ciò, pur consentendo di far riferimento a una lunga serie di fenomeni e processi, comporta il rischio di creare una categoria così ampia da essere inutile o addirittura controproducente per chi è invece interessato a comprenderne a fondo il significato. Per capire cos’è il digitale occorre allora chiarire la costellazione di significati associati o contrapposti a tale parola. Il primo paragrafo di questa sezione è quindi dedicato agli aspetti cognitivi, sensoriali e fisici del processo comunicativo, di cui si illustra la distinzione tra digitale e analogico in riferimento a codici e segnali. Il secondo paragrafo esamina invece il panorama dei mezzi di comunicazione offrendo una tipologizzazione incentrata sui supporti, i dispositivi e le infrastrutture, sul cui sviluppo vengono inoltre forniti brevi cenni storici. Infine, gli ultimi tre paragrafi si spostano sul piano dell’immaginario e delle pratiche sociali attivate dal digitale, di cui si analizza la parabola culturale che ha tramutato il sogno in un incubo e la rivoluzione in continuità.

1.2.1 Comunicare: codici e segnali

Essendo stato applicato nel tempo a un crescente numero di fenomeni e processi, l’aggettivo “digitale” ha perso una sua ben precisa connotazione per diventare un generico sinonimo di tutto ciò che pertiene all’informatica, al mondo online o alle cosiddette nuove tecnologie. Per recuperare e comprendere il significato originale di questa parola occorre allora guardarne l’etimologia: chiarendo la provenienza del termine, essa permette di collocarlo nel suo campo di pertinenza e, da lì, di comprendere le accezioni secondarie assunte per estensione. Tale operazione acquisisce un valore ancora maggiore se preceduta dall’analisi etimologica dell’aggettivo che più spesso viene contrapposto a “digitale”, ossia “analogico”.

Quest’ultimo, derivando dal greco *anàlogos* (letteralmente “rapporto eguale”), indica che qualcosa è “fondato sull’analogia”¹⁰, ovvero che esso ha “relazione, somiglianza con un’altra cosa, sebbene differisca nel resto per qualità proprie”¹¹. Il

¹⁰ Treccani: <https://tinyurl.com/2p92ms6c>

¹¹ Vocabolario Etimologico della Lingua Italiana: <https://tinyurl.com/yckskr4t>

termine “digitale”, invece, deriva dall’inglese *digit* (cifra), che a sua volta proviene dal latino *digitus*, e cioè “dito”, poiché le dita rappresentano il più immediato ed elementare strumento di calcolo. L’aggettivo digitale sta quindi a significare che qualcosa è “in cifre”, “numerico”, ovvero espresso attraverso i numeri. Alla luce della loro etimologia, diventa chiaro che il campo di pertinenza in cui collocare i termini “analogico” e “digitale” è quello dei codici, un elemento fondamentale sia nelle teorie matematiche dell’informazione che in quelle linguistiche e sociali della comunicazione. I codici sono infatti strumenti cognitivi che permettono di rappresentare l’informazione e, a seconda del rapporto che intrattengono con essa, possono appunto essere analogici o digitali. I **codici analogici**

“hanno un rapporto reale ed intrinseco con quello che significano. Ne è un buon esempio la fotografia. Il ritratto d’un uomo richiama alla mente la realtà di quell’uomo perché il ritratto è analogo nella forma all’uomo stesso. (...) Una cartina sarebbe un altro esempio (...). Una buona cartina, non importa a quale scala, cerca di essere un analogo strutturale del territorio che riproduce. Le forme analogiche, in altri, termini, hanno una corrispondenza diretta con la struttura della natura medesima. (...) I significati delle forme analogiche traggono la loro origine dalle nostre percezioni della struttura della natura e dalla nostra capacità di imitarne le forme” (Postman 2019: 51-52).

Altri possibili esempi di codici analogici sono la colonnina di mercurio di un termometro, il cui livello varia in analogia alle variazioni di temperatura, oppure le lancette di un orologio, il cui ruotare rispecchia il ciclo giorno-notte.

I **codici digitali** rappresentano invece l’informazione sulla base di convenzioni arbitrarie. Tra queste, come suggerisce l’etimologia, vi sono appunto quelle incentrate sui numeri. Il codice binario su cui si basa l’informatica è senz’altro l’esempio più immediato: assegnando arbitrariamente e convenzionalmente a due sole cifre (0 e 1, i bit) due significati essenziali (acceso e spento), il codice binario permette di rappresentare qualunque informazione semplicemente attraverso la combinazione e la ripetizione di questi due elementi. I codici digitali, però, non sono solo numerici o binari. Al di là dell’etimologia, occorre infatti tenere presente che l’astrazione, l’arbitrarietà e la

convenzionalità del rapporto segno-significato riguardano anche altri simboli, comprese le parole:

“le forme digitali di informazione sono interamente astratte e non hanno alcuna corrispondenza naturale con la natura. La parola *uomo*, sia pronunciata o scritta, non ha alcuna relazione intrinseca con quello che vuole rappresentare. Qui, la connessione tra la forma simbolica e la cosa che essa rappresenta è arbitraria. Non si può sapere, con la sola conoscenza della natura, quello cui allude la parola *uomo*: occorre conoscere il codice semantico. (...) Tutti i sistemi di simboli digitali consistono in piccole unità di significato che possono essere disposte in contesti differenti ed essere spostate in diverse posizioni. (...) Quindi, i significati delle forme digitali traggono la loro origine da complesse convenzioni umane e da accordi umani vincolanti” (Postman 2019: 52).

Altra caratteristica fondamentale dei codici digitali è che essi rappresentano l'informazione in maniera discreta: mentre in un codice analogico l'informazione si dice continua perché può assumere infiniti valori, nei codici digitali essa viene spezzettata in intervalli più o meno accurati. Si pensi, per esempio, alle lancette di un orologio, il cui moto continuo gli permette di assumere infinite posizioni diverse e, di contro, al display di un orologio digitale che, suddividendo il tempo in ore e minuti, può fornire “solo” 1440 orari diversi. Dividendo l'informazione e costringendola in intervalli, i codici digitali causano una perdita di informazione che tuttavia, oltre a essere molto spesso del tutto impercettibile, consente una migliore interpretabilità. Per questo motivo è importante osservare che, nonostante la loro diversa natura, i codici digitali e analogici non si escludono l'uno con l'altro, anzi molto spesso vengono combinati per creare messaggi più efficaci. Si pensi, per esempio, ad un disegno (codice analogico) supportato da un testo (codice digitale), ad un orologio in cui oltre alle lancette (codice analogico) ci sono i numeri (codice digitale), oppure ad un termometro in cui la colonnina di mercurio (codice analogico) è affiancata da una scala numerica (codice digitale) proprio per interpretare il dato della temperatura in maniera più precisa.

Per comunicare, tuttavia, i codici non sono sufficienti: che siano analogici o digitali, essi devono poter essere percepiti. Il compito di “dar corpo” ai codici spetta ai

segnali, ossia ad entità fisiche (come la luce, il suono, il calore, la pressione, la massa, le onde elettromagnetiche, l'elettricità etc.) che viaggiano attraverso uno o più canali (come lo spazio vuoto, nel caso della luce, o la materia in qualunque suo stato: gassoso, liquido, solido). In quanto grandezze fisiche, i segnali, di per sé, non sono analogici o digitali. Essi non rappresentano la realtà per analogia o astrazione, come invece fanno i codici: piuttosto, sono gli elementi di realtà che costituiscono, incorporano e trasportano il codice, rendendolo visibile o udibile. Data la conformazione sensoriale dell'uomo, infatti, i segnali più utili per la comunicazione umana sono le onde luminose e sonore. Sebbene comunicazioni basate sul gusto, l'olfatto e il tatto siano possibili (si pensi al *Braille* o al ruolo degli odori nel mondo animale), la vista e l'udito sono i sensi umani normalmente più sviluppati e in grado di percepire il maggior numero di informazioni. Dal punto di vista esperienziale umano, quindi, i segnali risultano quasi sempre come qualcosa da vedere o da sentire. In questo senso, non fa differenza leggere un antico manoscritto o un *tweet*, ascoltare una persona parlare dal vivo o per telefono, guardare una foto stampata o su schermo: in tutti questi casi, infatti, le informazioni si percepiscono in quanto segnali luminosi o sonori.

Tuttavia un manoscritto e un *tweet*, così come una foto stampata e una su schermo, non sono esattamente la stessa cosa. Si tratta infatti di interfacce diverse che si differenziano, sul piano dei segnali, per il numero di traduzioni che essi hanno precedentemente subito nel processo di transcodifica (Manovich 2001). I segnali, infatti, possono essere tradotti più volte, possono cioè cambiare la loro natura per attraversare canali diversi o fissarsi sui supporti di memoria (§1.2.2). A questo punto è importante sottolineare che quando un segnale viene tradotto diventa esso stesso oggetto di rappresentazione. In quanto tale, come qualunque altra informazione, il segnale può essere rappresentato con un codice analogico o digitale (vedi fig. 7).

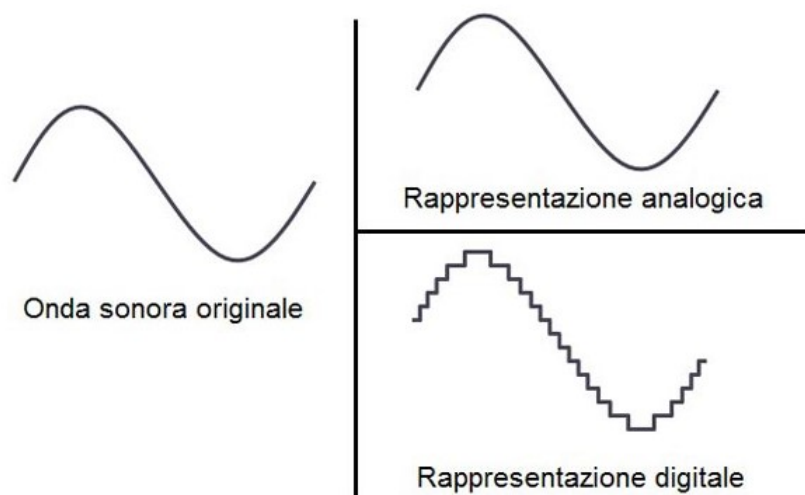


Fig. 7 - Rappresentazione analogica e digitale di un segnale sonoro

La traduzione analogica dei segnali è alla base delle telecomunicazioni, ovvero delle comunicazioni a distanza che si avvalgono dell'elettricità. Lo straordinario periodo di innovazione tecnologica che ha caratterizzato la fine dell'Ottocento e l'inizio del Novecento è consistito esattamente in questo processo di "elettrificazione dell'informazione" (Granata 2009: 108), ovvero nell'aver imparato a sfruttare il segnale elettrico come intermediario e traduttore analogico tra segnali comprensibili per l'uomo. La traduzione digitale dei segnali, ovvero la digitalizzazione in senso stretto, aggiunge invece un ulteriore passaggio, che consiste nel campionare il segnale elettrico e nell'assegnargli valori binari e discreti, rappresentando l'onda continua originale come un'onda "spezzettata". Tale operazione – che costituisce il nucleo essenziale dell'informatica e della sua applicazione alle telecomunicazioni, ovvero la telematica – implica anche in questo caso una perdita di informazione che tuttavia, oltre a essere impercettibile, è compensata da altri vantaggi. La digitalizzazione permette infatti di identificare e comprimere i segnali, così da eliminare le interferenze, trasportare più informazioni e offrire più servizi.

In conclusione, e in estrema sintesi, si può dire che il digitale è innanzitutto un codice, ovvero una tecnica cognitiva e comunicativa in cui simboli e unità discrete rappresentano per convenzionalità arbitraria un'informazione o un segnale. Tuttavia è solo in quest'ultimo caso, ovvero a partire dalla digitalizzazione del segnale elettrico, che

vengono poste le basi di un processo sociotecnico che porterà alla disseminazione di nuove tecnologie e, dunque, di nuove pratiche che alimenteranno grandi speranze ma anche terribili angosce.

1.2.2 Le ICT: supporti, dispositivi, infrastrutture

Sebbene codici e segnali ne costituiscano il campo di pertinenza originale, il digitale è più spesso identificato con un'ampia e variopinta gamma di strumenti materiali che, nel loro insieme, vengono denominati alternativamente come mezzi di comunicazione, media o anche tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC, o più comunemente ICT, dall'acronimo inglese). Hardware, software, computer, reti, siti Internet, app, piattaforme, data center, smartphone, cloud... sono solo alcuni dei tanti termini che ricorrono quando si parla di digitale, sebbene indichino elementi anche molto diversi tra loro. Orientarsi nella vasta categoria delle ICT può quindi essere problematico: per questo motivo si propone di seguito una tipologizzazione che – distinguendo tra supporti, dispositivi e infrastrutture – consentirà senza pretese di esaustività di mettere ordine tra i diversi elementi, illustrando le loro funzioni e delineando le principali differenze tra i media “analogici” e “digitali” che verranno presi in considerazione nel resto del lavoro.

Un primo tipo di ICT è dato dai **supporti** di memoria, ovvero dai substrati fisici su cui si può imprimere un segnale. La loro principale funzione è quella di conservare l'informazione nel tempo e di trasportarla nello spazio. In base alla codificazione del segnale impresso, i supporti possono essere classificati come analogici o digitali. Sono quindi supporti analogici le pagine di un libro, i dischi in vinile, le fotografie, le diapositive, le pellicole cinematografiche e le videocassette VHS, mentre tra i supporti digitali si trovano gli ormai estinti floppy disk, i CD, i DVD, gli hard disk (HDD), le penne USB e altri dispositivi di memoria a stato solido (SSD). La principale differenza tra supporti analogici e digitali sta nella loro densità: la digitalizzazione consiste infatti nella scomposizione, compressione e riduzione dei segnali alla ripetizione di due soli stati (i bit) che occupano, a parità di informazione, spazi incomparabilmente inferiori. Basti pensare che un comune hard disk da un Terabyte, della misura di un pacchetto di sigarette, equivale a circa 290 milioni di pagine di testo, dunque a circa un milione di libri. La

disparità è tale che, nell'immaginario collettivo, i supporti digitali sono diventati sinonimo di dematerializzazione (cfr. § 2.1) sebbene anche le memorie digitali abbiano una loro irriducibile fisicità.

In ogni caso, che siano analogici o digitali, i supporti materializzano l'informazione e, per estensione, la comunicazione, la memoria, il sapere e la conoscenza, rappresentando dunque un fattore cruciale per lo sviluppo della società. Le loro diverse caratteristiche comportano diverse implicazioni socio-economiche che sono indagate a fondo nell'opera *Impero e comunicazioni* dello storico della comunicazione Harold Innis (1950), secondo cui

“l'ascesa, il consolidamento o il declino del potere da parte di un impero, di una società o di uno Stato dipendono dalla capacità di gestire le diverse forme di comunicazione, nonché dalla scelta dei supporti materiali tramite cui queste vengono veicolate nello spazio e nel tempo. Le forme della comunicazione possono infatti essere orientate, secondo Innis, allo scopo di esercitare il monopolio del sapere attraverso la dimensione del tempo o quella dello spazio. La longevità del supporto o, di contro, la facilità di trasporto incidono sulle possibilità di consolidare tale monopolio. (...) La dimensione del tempo è propria dei supporti pesanti, difficilmente trasportabili, come la scrittura su pietra o su pergamena, e per questo più duraturi. La dimensione dello spazio è propria dei supporti leggeri, facilmente trasportabili, ma più soggetti al deterioramento e all'oblio. Le forme di sapere capaci di resistere al logorio del tempo favoriscono il decentramento e l'espansione del potere, quelle facilmente veicolabili e distribuibili attraverso lo spazio agevolano invece l'accentramento, il consolidamento e il mantenimento del potere” (Granata 2015: 53-54).

Se adeguatamente aggiornate, le osservazioni di Innis possono essere fecondamente applicate ai supporti digitali. Questi, ovviamente classificabili come leggeri data la loro enorme capacità di archiviazione, prediligono la dimensione dello spazio a quella del tempo. La spazialità dei supporti digitali, tuttavia, non si lega tanto alla loro leggerezza fisica, che pure ne facilita il trasporto, ma dipende piuttosto da

un'altra caratteristica peculiare: la possibilità di disaccoppiare l'informazione dal supporto materiale per replicarla e imprimerla su un'altra memoria digitale (copia-incolla) o per trasmetterla e riprodurla su un altro dispositivo attraverso un'infrastruttura (networking). In quest'ultimo caso, esemplificato dalla navigazione sul Web o dall'archiviazione sul cosiddetto *cloud*, si accede ad un'informazione conservata altrove, ovvero su dei *server* che, nel caso di grandi aziende come Google e Facebook, sono assemblati e custoditi in appositi edifici denominati *data center*. La straordinaria spazialità dei supporti digitali è però compensata dalla loro scarsa temporalità. Le memorie digitali sono infatti vulnerabili, fragili e caratterizzate dalla deperibilità dei materiali, ma soprattutto dall'obsolescenza dei formati e dalla possibilità di cancellare agevolmente i contenuti. Tutto ciò ha numerose implicazioni. Sul piano culturale, per esempio, il susseguirsi di supporti diversi come floppy disk, CD, DVD e lo sviluppo di memorie digitali sempre più capienti implica una frequente migrazione dell'informazione che, se da un lato causa un'estrema ridondanza, dall'altro aumenta il rischio di perdite e di inaccessibilità. Sul piano economico, invece, la possibilità di accedere a contenuti conservati altrove deteriora la proprietà dell'utente mentre ne favorisce l'accentramento verso i fornitori del servizio: se un tempo si possedevano fisicamente i propri libri o i propri film, oggi molto spesso vi si può solo accedere, sottostando alle condizioni imposte da chi detiene fisicamente il supporto. Tale accentramento ha infine grosse implicazioni anche sul piano politico: detenere il semi-monopolio nella custodia e nella diffusione dell'informazione significa infatti esercitare il potere, sia attraverso la propaganda che attraverso la censura. È significativo, a riguardo, il doppio legame instauratosi tra una figura politica controversa come Donald Trump e Facebook: se la sua elezione è stata in qualche modo frutto di informazioni diffuse attraverso il social network, la stessa piattaforma ha successivamente silenziato l'ex Presidente degli Stati Uniti bloccandone l'*account*.

Tuttavia, per quanto cruciali, i supporti servirebbero a poco se non ci fossero altri due tipi di ICT di cui necessitano e a cui sono strettamente collegate, i dispositivi e le infrastrutture. I **dispositivi** sono artefatti in grado di tradurre i segnali, svolgendo diverse funzioni: alcuni – come la penna, la fotocamera, il microfono e la stampante – permettono di imprimere l'informazione sui supporti (*input*); altri – come nel caso del libro, dell'altoparlante, del proiettore e degli schermi, servono a riprodurla (*output*); altri ancora

consentono di processarla e trattarla (*throughput*), come nel caso dei computer e degli smartphone. Anche in questo caso la distinzione tra dispositivi analogici e digitali dipende dall'eventuale codificazione in digitale del segnale elettrico: in questo senso, i primi dispositivi digitali risalgono alla fine degli anni '30, quando vennero sperimentati con successo i calcolatori elettronici che, pur condividendo basi logiche del tutto simili a quelle dei calcolatori meccanici già ampiamente diffusi nell'Ottocento, consentivano di velocizzare enormemente i calcoli proprio grazie all'elettricità. Il calcolatore elettronico, tuttavia, presentava un grosso limite, ovvero l'incapacità di eseguire serie di istruzioni oltre una certa lunghezza senza l'intervento umano. La cosiddetta architettura di Von Neumann (dal nome del fisico e matematico inglese che la ideò nel corso degli anni '40) permise di ovviare a questo problema: mantenendo i dati di input e le istruzioni di calcolo nello stesso spazio di memoria, il calcolatore diventava finalmente programmabile, dunque utilizzabile a più scopi (*general-purpose machine*) e non più limitato al semplice calcolo ma aperto al trattamento di informazioni complesse (come testi, suoni e immagini) computabili e riproducibili attraverso apposite periferiche. Si trattò, in sostanza, dello sviluppo dei primi ed elementari software e dunque della moderna scienza informatica e del computer¹², i cui primi esemplari, denominati *mainframes*, pesavano circa 3.000 kg, occupavano più di 150 mq, costavano circa mezzo milione di dollari dell'epoca e richiedevano l'intervento di un intero gruppo di programmatori (Balbi, Magaudo 2014: 21). Il passaggio allo *home computing* e quindi al *personal computer* (PC), ovvero a un dispositivo di dimensioni ridotte e utilizzabile da una sola persona, fu dovuto al sovrapporsi, per molti versi fortuito e tutt'altro che lineare, di diverse innovazioni sviluppate tra gli anni '50 e '70 tra cui la tastiera e, soprattutto, il microprocessore. Il PC *desktop*, tuttavia, acquisì la sua attuale identità di dispositivo domestico e commerciale solo negli anni '80, quando cambiò la sua percezione culturale soprattutto grazie all'incrocio con l'ambiente della controcultura americana e al suo contributo in termini di design e di pubblicità¹³. Gli anni '90 segnano un'ultima tappa fondamentale

¹² Per una storia completa del computer cfr. Ceruzzi 2003.

¹³ Un momento particolarmente significativo a riguardo è rappresentato dal lancio del primo Apple Macintosh nel 1984 attraverso uno spot intitolato appunto "1984" (Mac History: <https://tinyurl.com/yeykm2mv>). Il corto è ambientato in una prigione orwelliana dove individui schiavizzati subiscono l'indottrinamento ideologico di un Grande Fratello che, secondo alcune interpretazioni (cfr. Balbi, Magaudo 2014: 32-33), rappresenterebbe il colosso informatico IBM, reo di aver relegato l'informatica al noioso e standardizzato mondo della burocrazia. In questo scenario irrompe la Apple, rappresentata da un'atleta bionda che distrugge lo schermo del Grande Fratello attraverso un giavellotto,

nell'evoluzione del computer quale dispositivo “principe” del digitale: lo sviluppo dei *laptop*, ovvero dei cosiddetti PC portatili, è infatti consistito in una sempre più marcata miniaturizzazione che ha dischiuso nuove possibilità di utilizzo e routine in mobilità, aprendo la strada allo smartphone quale nuovo “re” del digitale. Il nuovo millennio si apre infatti nel segno di questo strumento che, integrando le funzioni tipiche del PC, del telefono e di numerosi sensori in un unico dispositivo tascabile, inaugura un'era “post-pc” (Balbi, Magaudda 2014: 41-43) basata sull'*ubiquitous computing* (Pellegrino 2018), ovvero sulla miniaturizzazione e disseminazione pervasiva di dispositivi interconnessi in un *everyware* (Greenfield 2006).

La terza e ultima categoria di ICT è rappresentata dalle **infrastrutture**, sistemi la cui funzione consiste nel trasmettere l'informazione nello spazio. Per tale motivo esse intrattengono un rapporto di dipendenza con supporti e dispositivi: la trasmissione implica infatti che l'informazione sia custodita su un supporto e, una volta trasmessa, riproducibile da qualche dispositivo. Le infrastrutture sono composte da due insiemi: uno materiale (il *network*) costituito da tutti quegli elementi capaci di codificare, emettere, ricevere e decodificare un segnale come cavi, antenne e modem; e l'altro culturale, in quanto costituito da regole, tecniche, procedure, protocolli, standard e norme condivise necessarie per rendere compatibili gli elementi del *network* e garantirne il buon funzionamento. Quello di infrastruttura è dunque un concetto poliedrico, elastico, scalabile e modulare, ovvero adattabile a livelli di analisi caratterizzati da diversi gradi di materialità, complessità e ampiezza. Rientrano infatti nelle infrastrutture sia sistemi di trasmissione dalla portata potenzialmente illimitata – come la posta con i suoi codici di avviamento, il telefono con i suoi numeri e prefissi, la radio con le sue modalità di trasmissione AM/FM e Internet con i suoi protocolli, data center e cavi transoceanici – oppure confinata a determinati spazi ed elementi, come nel caso di un citofono condominiale, di una rete Intranet, di una connessione Bluetooth o persino del sistema operativo di un singolo dispositivo. Stabilendo regole di compatibilità e identificazione tra elementi diversi del *network* per consentire la trasmissione, le infrastrutture dell'informazione rappresentano anche modi di classificare, organizzare e assemblare i

preannunciando che, grazie al Macintosh, “il 1984 non sarà come ‘1984’”, con riferimento al celebre romanzo di Orwell. Anche grazie a questa operazione pubblicitaria, il computer della Apple sdoganò la GUI, un'interfaccia di utilizzo semplificata per gli utenti che, pur essendo stata già sviluppata dieci anni prima dalla Xerox, non ebbe successo.

dati. In questo senso esse fungono da interfaccia tra l'utente, il dispositivo e il mondo sociale che lo ha prodotto: le infrastrutture possono infatti seguire criteri diversi, che rispecchiano gli scopi e i valori di chi le ha prodotte (cfr. § 2.3.2).

Chiaramente, anche le infrastrutture vengono spesso classificate come analogiche o digitali, in riferimento all'eventuale codificazione numerica dei segnali elettrici che attraversano il network o alla natura dei dispositivi che vengono connessi. In questo senso, la prima infrastruttura digitale è stata ARPAnet, la rete di computer finanziata dal Dipartimento della Difesa statunitense a cui erano connessi una dozzina di *mainframes* in altrettante università americane e su cui, nel 1969, avvenne il primo scambio di informazioni tra computer¹⁴. L'esperimento rappresentò un momento cruciale: attraverso il *networking*, infatti, le macchine digitali non svolgevano più solo funzioni di calcolo e trattamento dell'informazione isolatamente, ma diventavano mezzi di telecomunicazione in grado di comunicare tra loro, oltre che con gli utenti umani. Negli anni successivi, mentre ARPAnet cresceva inglobando altri nodi, nuovi *network* paralleli venivano sviluppati in America e in Europa. Ben presto questa pluralità di reti iniziò a comportare problemi di compatibilità tra esse, ponendo la necessità di unificarle in una "rete delle reti". È con questo scopo che nasce Internet, l'infrastruttura digitale per eccellenza, lanciata negli anni '70 con la graduale adozione dei protocolli TCP/IP, grazie ai quali è possibile connettere dispositivi disseminati in ogni parte del mondo. Tuttavia, aumentando il livello di dettaglio su Internet, emergono delle sotto-infrastrutture modulari che, per quanto gerarchicamente subordinate, sono assolutamente cruciali per la fruibilità e funzionalità della Rete: applicazioni *client* come i software per le email, le videochiamate e la messaggistica, il World Wide Web con le sue URL e il suo linguaggio HTTP, i motori di ricerca, il Web 2.0 con i social network e le piattaforme, le app per il *mobile*, i sistemi di archiviazione cloud e l'Internet of Things sono solo alcuni esempi di infrastrutture che – attraverso specifiche classificazioni, standard e interfacce – consentono lo scambio di informazioni e l'accesso ad esse su livelli più specifici.

¹⁴ Per una storia estesa dei network digitali, cfr. Abbate 1999.

1.2.3 Il sogno digitale

Proprio in quanto tecnica di codificazione (§1.2.1) alla base di un'ampia gamma di tecnologie (§1.2.2), il termine “digitale” ha ben presto acquisito un'autonomia propria, sostantivandosi e alimentando un processo culturale ricco di implicazioni sul piano politico, economico e sociale. Sin dai suoi esordi, la digitalizzazione ha infatti attirato l'attenzione della scienza, delle aziende, del pubblico, delle istituzioni e della società in generale, assumendo nell'immaginario collettivo “un significato quasi ‘mitico’, incarnando una sorta di fenomeno rivoluzionario, radicalmente innovativo e in grado di veicolare una nuova era di prosperità economica, di nuove conoscenze e di possibilità d'accesso” (Balbi, Magaudda 2014: 13).

I prodromi di tale “mitologia” digitale sono rinvenibili già a partire dallo sviluppo dei primi e rudimentali computer. Nel 1945, per esempio, lo scienziato americano Vannevar Bush preconizzava nel suo articolo *As We May Think* l'idea di una **biblioteca digitale** in cui la comunità scientifica potesse “organizzare la crescente quantità di informazione resa disponibile dai progressi dell'ingegneria informatica” (Bory 2020: 10, tda). Per il più compiuto sviluppo di un vero e proprio mito digitale bisognerà tuttavia attendere la seconda metà degli anni Sessanta, quando l'imminente sviluppo dei network digitali sembrava poter finalmente realizzare il sogno di una conoscenza illimitata a disposizione della comunità scientifica. Non a caso, il concetto di biblioteca digitale viene ripreso e popolarizzato proprio da uno dei leader del progetto ARPAnet, Joseph Lickder, che nel suo *Libraries of the future* (1965) delinea appunto “le migliori strategie da adottare per costruire una biblioteca digitale unica e accessibile” (Bory 2020: 11, tda). Nel corso degli anni '70 e '80 il mito digitale sembra però incontrare una serie di ostacoli al suo pieno dispiegamento. Innanzitutto, le crisi petrolifere del 1973 e del 1979 suscitano diffusi timori legati alla minaccia di una de-industrializzazione forzata, mettendo in risalto la mai perduta centralità di risorse energetiche e materie prime a scapito della “rivoluzione” informatica e digitale (Mol 2008: 29; cfr. §1.2.5). In secondo luogo, l'unione di intenti tra il mondo militare e accademico che aveva permesso lo sviluppo dei primi computer network inizia a vacillare facendo emergere delle tensioni relative all'uso delle reti, che per i militari rappresentavano canali top secret, mentre per gli scienziati erano al contrario strumento di collaborazione aperta e informale. Nelle stesse decadi,

tuttavia, emergono anche alcune innovazioni che alimentano lo spirito di “un’altra comunità portatrice di un’idea di Rete differente e alternativa: si trattava di *bricoleurs*, attivisti politici, giovani studenti, hacker, semplici amatori che influenzarono l’evoluzione culturale delle Rete. Si trattava dello stesso ambiente (...) in cui nacque l’idea dell’*home computing*” (Balbi, Magaudo 2014: 53). In particolare, la commercializzazione dei primi computer desktop e la possibilità di usare l’infrastruttura telefonica per connettere attraverso il modem questi dispositivi ormai addomesticati segnarono il passaggio, divenuto palese negli anni ‘80, da una Rete accademico-militare ad una civile e contro-culturale i cui valori erano contrassegnati da

“un atteggiamento empatico e di comprensione reciproca basata su relazioni informali e orizzontali; la ricerca della realizzazione individuale anche attraverso l’abbattimento di una serie di convenzioni sociali che caratterizzavano la società ‘reale’, ma che non avevano più ragione d’essere in quella ‘virtuale’; infine la generale convinzione che alcune logiche classiche di potere politico ed economico si stessero modificando in favore dei ‘cybercittadini’” (Balbi, Magaudo 2014: 55).

Negli anni ‘80 si inizia quindi a delineare un mondo virtuale nettamente contrapposto a quello reale, che ha la sua terra promessa nel **cyberspazio**¹⁵ e il suo soggetto storico nelle “comunità virtuali” (Rheingold 1993) le cui pratiche, tuttavia, erano ancora limitate sul finire della decade allo scambio di mail e alla condivisione di file su piattaforme rudimentali. Per la definitiva consacrazione del mito digitale e la nascita di un vero e proprio *Internet imaginaire* (Flichy 2007) bisognerà aspettare lo sviluppo e la diffusione del World Wide Web nel corso degli anni ‘90. Ideato nel 1989 da Tim Berners-Lee presso il CERN di Ginevra, e divenuto operativo nel 1991 con il protocollo HTTP, il Web rappresenta una delle più importanti e note applicazioni di Internet che consente di

¹⁵ Il termine, coniato nel 1984 dallo scrittore William Gibson nel romanzo *Neuromante* (1986), deriva dalla cibernetica, un campo interdisciplinare di studi inaugurato negli anni Cinquanta dal matematico Norbert Wiener per sviluppare sistemi di automazione e retroazione che permettessero alle macchine di reagire plasticamente ai comandi dell’utente. Sebbene gradualmente abbandonata nel corso del tempo a favore di discipline più specifiche, la cibernetica ha dato un contributo teorico fondamentale allo sviluppo dell’elettronica, dell’informatica, delle telecomunicazioni, della robotica e, più in generale, del digitale, al punto da diventarne una sorta di sinonimo nell’immaginario letterario e popolare.

consultare documenti e materiali ospitati su pagine o siti connessi in un ipertesto navigabile attraverso link. Concretizzando la “antica” metafora della biblioteca digitale e rendendola finalmente fruibile al pubblico oltre che alla comunità scientifica, il Web inaugura un periodo di “sublime digitale” (Mosco 2004) in cui il cyberspazio viene sdoganato da alcuni dei principali manifesti della cultura digitale¹⁶ alimentando, tra gli altri, il mito di una “intelligenza collettiva” (Lévy 1996) e acquisendo addirittura il valore di “porta aperta sull’esperienza” del mondo reale e virtuale (Stefik 1997: 249-368). Venendo concepito come “un ambiente infinito e senza tempo, una frontiera sconfinata in cui gli esseri umani potevano vivere in una costante condizione di uguaglianza, grazie alla distribuzione orizzontale del sapere e alla costruzione del cosiddetto villaggio globale” (Bory 2020: 17, tda), il cyberspazio ha nutrito una “cyberutopia” che – intravedendo in Internet uno strumento in grado di “accelerare la partecipazione democratica, innescare la rinascita delle comunità moribonde” e “rafforzare la vita associativa” (Morozov 2011: xiii) – gli ha conferito una forte connotazione politica (Abruzzese, Susca 2006).

Ma l’avvento del Web segna anche l’inizio di una vera e propria **economia digitale**: a partire dal 1995 vengono infatti ammesse sulla Rete le attività commerciali, sino ad allora totalmente precluse. Ciò ha consentito non solo il trasferimento online di molti settori tradizionali, ma anche la nascita di aziende completamente *Internet-based* come Amazon (1994), Ebay (1995) e Google (1998), il cui *core-business* consiste esattamente nella gestione dell’informazione che scorre sulle infrastrutture digitali. Lo straordinario successo di alcune aziende-piattaforma e l’entusiasmo per la nuova economia digitale furono tali da alimentare una bolla finanziaria e speculativa sui cosiddetti titoli *dot-com* che scoppiò nel 2001 causando ingenti danni all’economia globale. Ciononostante, il mito della *Internet economy* resta ancora oggi un caposaldo dell’immaginario digitale che, nutrito dai successi senza precedenti della Silicon Valley e dalla sua “ideologia californiana” (Luise 2019), vede nelle ICT connesse in rete uno

¹⁶ Tra questi, alcuni dei più significativi per la consacrazione dell’immaginario digitale sono *Being Digital* di Nicholas Negroponte (1995), *The Second Media Age* di Mark Poster (1995) e la *Dichiarazione d’indipendenza del cyberspazio* di John Barlow (1996): <https://tinyurl.com/2p92sw2f>

strumento in grado di valorizzare qualunque settore o processo economico innovandolo radicalmente.

Infatti, nonostante la crisi del 2001, il nuovo millennio si apre nel segno di un'innovazione che grazie alla sua versatilità ipostatizza e incarna al meglio il sogno digitale: il **Web 2.0**. L'espressione, che sfrutta la notazione puntata tipica dello sviluppo software, nasce nel 2004 e indica appunto un Web non più statico e uguale per tutti, ma dinamico e in evoluzione, personalizzato sulla base di algoritmi¹⁷ alimentati dagli input forniti più o meno volontariamente dall'utente (*user-generated content*) che diventa quindi *prosumer*¹⁸ condividendo dati, conoscenze e risorse in blog, wiki, forum, social network e portali di ogni tipo. Negli ultimi quindici o venti anni, tale pratica di inputazione non ha solo riattualizzato il mito di una biblioteca digitale oramai pienamente multimediale, ma ha trovato un'infinità di applicazioni, elevandosi in una vera e propria filosofia sociale che Evgeny Morozov ha efficacemente denominato "internet-centrismo" e che "stabilisce come le decisioni (...) vadano prese e come le strategie di lungo periodo vadano elaborate. Mentre il cyber-utopismo stabilisce *cosa* vada fatto, l'internet-centrismo stabilisce *come* vada fatto" (Morozov 2011: xv-xvi, tda). Tale tendenza, di stampo chiaramente tecno-soluzionista, intravede nella **datificazione**, ovvero nella raccolta intensiva di dati e nella loro elaborazione in algoritmi attraverso dispositivi e infrastrutture digitali esemplificate da Internet, la chiave del benessere collettivo e la panacea ad ogni problema individuale o sociale. Dall'obesità alla scelta del partner, dall'autoritarismo all'inefficienza burocratica e, come vedremo più avanti (cfr. §4.2.3), dal disboscamento al cambiamento climatico, non c'è problema che non possa essere risolto grazie a Internet e ai *big data* che il digitale permette di aggregare ed elaborare con una semplicità e rapidità inedita, anche grazie al contributo decisivo di dispositivi sempre più portatili e perfino indossabili come smartphone e smartwatch che, incorporando vari tipi di sensori e sistemi di geolocalizzazione, collezionano nuovi e preziosi dati biometrici e demografici. Un piccolo ma significativo esempio di tale tendenza è dato dalle serafiche parole con cui il Ministero per l'innovazione tecnologica

¹⁷ Un algoritmo è un "insieme specifico di istruzioni che, a partire da determinati input, porta alla creazione di risultati desiderati e, quindi, al raggiungimento di un determinato risultato o alla risoluzione di un dato problema" (Aragona, Felaco 2018: 100).

¹⁸ Il termine, coniato da Alvin Toffler già nel 1980, è la crasi di *producer* (produttore) e *consumer* (consumatore).

e la digitalizzazione descrive l'applicazione dell'intelligenza artificiale ai procedimenti amministrativi: “non è qualcosa che si possa scegliere se fare o non fare, è qualcosa che si deve fare”¹⁹. Un'altra applicazione della digitalizzazione e del Web 2.0 che ha suscitato grande attenzione ed entusiasmo riguarda le cosiddette *sharing* e *gig economy*. Mediando tra la domanda e l'offerta di beni e servizi sotto-utilizzati, piattaforme come Blablacar (2006), AirBnB (2008), TaskRabbit, Uber (2009) e Glovo (2015) sono state più volte indicate come strumenti in grado di prefigurare un sistema socio-economico innovativo, più giusto, ecologico e inclusivo, in grado di contrastare la disoccupazione e di promuovere la condivisione e l'accesso a scapito della proprietà (cfr. per es. Rifkin 2014: cap. 13). Infine, l'ultima e più attuale frontiera del sogno digitale ri-attualizza un'antica fantasia, quella del “dar vita alle cose”, attraverso l'Internet of Things (IoT). Quest'ultimo rappresenta “un sistema per misurare, monitorare e controllare l'attività di oggetti e organismi viventi attraverso sensori che raccolgono, elaborano e trasmettono dati sui network, incluso Internet” (Mosco 2017: 39). Digitalizzando tecnologie originariamente non preposte al trattamento dell'informazione come frigoriferi, termostati, cassonetti dell'immondizia e lampioni, l'IoT consente di connettere questi dispositivi alla Rete e tra loro così da ottimizzarne e automatizzarne le funzionalità al punto da rendere *smart* intere case, industrie e città. (cfr. §2.1)

1.2.4 L'incubo digitale

L'evoluzione tecnica delle ICT digitali è stata dunque accompagnata da una loro crescente mitizzazione che, sul piano dell'immaginario, ha dapprima associato il digitale a possibilità di conoscenza illimitata, poi di rinnovamento politico e crescita economica, e infine di progresso continuo. Tuttavia, poiché “i miti sono importanti sia per ciò che rivelano (...) sia per ciò che nascondono” (Mosco 2004: 19, tda) vale la pena svelare anche l'altra faccia della digitalizzazione. Oggi lo scenario è infatti mutato: il digitale, ormai penetrato in ogni aspetto della vita sociale e quotidiana, sembra vivere una “seconda modernità” (Camorino 2020; Beck 1992), essendo associato anche ad una serie di rischi e problemi sui quali si dibatte alacramente agitando lo spettro di imminenti distopie digitali. Come per il “sogno”, nemmeno per l'“incubo” digitale è possibile fornire un

¹⁹ MID: <https://tinyurl.com/4ekt666x>

elenco esaustivo delle paure e dei problemi che gli danno forma: ci limiteremo pertanto a una rassegna delle principali questioni che angosciano il dibattito pubblico.

Un primo e simbolico punto di svolta nella percezione sociale del digitale è rintracciabile nella crisi dei titoli *dot-com*. Innescando una **bolla speculativa** con severe conseguenze economiche, la commercializzazione del Web ha inaugurato anche un dibattito pubblico più maturo e aperto al contraddittorio, da cui sono emerse nuove consapevolezza rispetto al mondo digitale, come

“il fatto che il gioco d’azzardo e la pornografia fossero tra i contenuti più richiesti; che la pubblicità avesse assunto forme intrusive (dai primi banner ai più recenti sistemi di tracciamento della navigazione attraverso i cookie); che i modelli di business delle nuove aziende non fossero chiari e si basassero su un paradosso che vedeva, al centro di un’economia di mercato, una rete nella quale gran parte dell’informazione circolava (e circola) gratuitamente; che il mercato stesso, anziché favorire la concorrenza, avesse di fatto privilegiato le posizioni dominanti di alcune delle maggiori aziende a livello mondiale, come Google Inc. o Amazon; infine, che un controllo sui gusti, gli interessi, gli acquisti degli internauti – praticato anche attraverso i principali motori di ricerca – rappresentasse ormai una forma classica e consolidata di sorveglianza dell’utenza del web” (Balbi, Magaudo 2014: 62).

A tal proposito gli ultimi venti anni sono stati particolarmente istruttivi: come già accennato, le tecniche di **profilazione** commerciale hanno infatti tratto grande vantaggio dal Web 2.0, dallo sviluppo dei dispositivi portatili e delle relative infrastrutture che, alimentando un continuo flusso di dati relativo alle abitudini degli utenti/cittadini, consentono la creazione di profili digitali e algoritmi predittivi sempre più accurati e preziosi dal punto di vista politico-economico. In particolare, un’intera corrente di studi di stampo critico, marxista e foucaultiano intravede nelle tecniche di profilazione digitale un fattore produttivo e un dispositivo disciplinare alla base di un sistema detto “capitalismo delle piattaforme” o “capitalismo digitale” (cfr. per es. Formenti 2011; Srnicek 2017; Chandler, Fuchs 2019) in cui gli utenti, novelli operai, svolgono un lavoro

non stipendiato (Gidaris 2019), mettendo a repentaglio la propria privacy e favorendo l'accentramento monopolistico di ricchezza e potere verso pochi, grandi attori della *Internet economy*. A riguardo è significativo che nel 2016 le cinque più importanti aziende del mondo erano per la prima volta rappresentate da cinque protagonisti del mondo digitale, i cosiddetti Big 5 (o Big Tech): Apple, Google, Microsoft, Amazon e Facebook (Mosco 2017: 65). Un'altra ampia letteratura evidenzia invece l'utilizzo dei big data e delle infrastrutture digitali a scopi politici da parte di regimi autoritari per limitare alcune fondamentali libertà individuali e sociali (cfr. per es. Morozov 2011), rovesciando la cyber-utopia in un incubo cyber-distopico. Da questo processo non sono esenti nemmeno le società liberali (cfr. Huy Kyong Chun 2006), dove i temi del controllo panottico e della **sorveglianza digitale** sono emersi con prepotenza soprattutto in seguito alla vicenda Snowden (cfr. Di Salvo 2018). Altre problematiche di carattere politico connesse alla datificazione e alla profilazione riguardano poi il monitoraggio, la manipolazione e la polarizzazione dell'opinione pubblica: algoritmi, *fake news*, *echo chambers*, *trolling* e altre operazioni di disinformazione online si sono addirittura rivelate in grado di influenzare sensibilmente i risultati di elezioni nazionali, come dimostrato dalle inchieste sui casi Cambridge Analytica e Russiagate nonché da studi condotti sulle votazioni brasiliane del 2018²⁰.

Sul piano sociale, inoltre, l'ondata digitale di inizio millennio ha esacerbato antiche disuguaglianze e *cleavages*. Da questo punto di vista, una delle più diffuse preoccupazioni degli anni Novanta e Duemila era rappresentata dal *digital divide* e dalla *digital inequality*, ovvero dalla disparità tra cittadini (dapprima in ambito nazionale e poi globale) in termini di accesso ai servizi telematici o di alfabetizzazione informatica (cfr. Bentivegna, Boccia Artieri 2019: §§12.3 e 12.4). Oggi, con l'espansione tentacolare delle infrastrutture digitali, tali questioni si sono stemperate, lasciando il passo a problemi più inquietanti. Tra questi, la cosiddetta **discriminazione algoritmica** rappresenta una delle criticità più urgenti: come accennato alla fine del paragrafo precedente, interi apparati sociali – come la giustizia, la polizia, la sanità, la pubblica amministrazione, l'istruzione, le banche e le assicurazioni – stanno infatti automatizzando le proprie procedure burocratiche, amministrative e decisionali, esternalizzandole verso appositi sistemi

²⁰ ITS Rio (26/10/2018): <https://tinyurl.com/5928jdsy>

informatici sulla base della loro supposta efficienza, impersonalità e neutralità. Tuttavia, sono numerosi i casi di cronaca in cui intelligenze artificiali assumono decisioni viziate da pregiudizi razziali o di altro tipo, ad esempio negando legittimi risarcimenti assicurativi ad afroamericani che risiedono in zone popolari (cfr. Eubanks 2017). Sebbene ad essere viziate non siano i sistemi digitali in sé, bensì il design umano dei dataset su cui essi si basano (cfr. §2.3.2), è chiaro che la digitalizzazione interviene efficacemente su questo processo di discriminazione ed esclusione, favorendolo, spersonalizzandolo e de-responsabilizzandolo.

Un ultimo grande ordine di problematiche associate all'attuale pervasività digitale riguarda infine il suo impatto sull'atteggiamento culturale degli individui. Da questo punto di vista si osservano due tipi di fenomeni: i primi – come ad esempio il *cyberbullismo*, il *flaming* e l'*hate speech* – designano pratiche che, pur essendo la semplice trasposizione online di malsane dinamiche offline, sono favorite dallo pseudo-anonimato che caratterizza la Rete (cfr. Colombo 2020: 81-92) e dalla circolazione virale di contenuti sensibili; il secondo tipo di fenomeni è invece direttamente derivante dalla digitalizzazione che secondo molti autori starebbe causando, per dirla con Pasolini, una “mutazione antropologica”, ovvero un diffuso cambiamento della nostra struttura mentale, cognitiva ed emotiva. I fautori di questa tesi sostengono che il crescente utilizzo delle nuove ICT comporti, soprattutto per le più giovani generazioni di nativi digitali, una serie di disturbi psicologici peculiari come dipendenza, insonnia, *burnout*, depressione, ansia da prestazione e auto-isolamento (cfr. per es. Quartiroli 2013; Han 2015; Spitzer 2016; Franchi 2019; Lovink 2019) che possono essere contrastati solo con una drastica disconnessione votata alla de-comunicazione²¹. Ma al di là delle sue patologie e delle possibili *exit-strategies*, l'*Homo digitalis* sembrerebbe presentare una nuova struttura mentale e cognitiva. L'abbondanza di informazioni reperibili in rete e la loro strutturazione in un ipertesto praticamente illimitato avrebbero infatti causato il passaggio da un pensiero “lineare” tipico della stampa a uno “reticolare”, esemplificato dall'ipertesto e caratterizzato dalla capacità di costruire nessi in senso estensivo ma anche dall'incapacità di approfondirli intensivamente (Carr 2011). La distrazione, risultato naturale del **sovraccarico informativo** (*information overload*) digitale, rappresenta a sua

²¹ Kania-Lundholm, M. (2018): <https://tinyurl.com/2p94mrv3>

volta una sfida per le piattaforme, impegnate in una lotta per primeggiare nell'economia dell'attenzione (Lingua, De Cesaris 2020) attraverso strategie sempre più aggressive e filtri sempre più accurati. Questi ultimi sono in grado di suggerire all'utente contenuti con alta probabilità di gradimento, alimentando una *filter bubble* (Pariser 2012), che comporta il rischio

“di essere messi in contatto solo con ciò che ci piace, che già comprendiamo, con mondi familiari, evidentemente estromettendo dal nostro processo conoscitivo ciò che non sappiamo, con cui non siamo d'accordo, o anche con ciò che potrebbe non interessarci. Questa è però la base per il dialogo, politico e sociale, collettivo: confrontarsi su posizioni diverse e anche contrastanti nella sfera pubblica per giungere, faticosamente, a una sintesi delle varie posizioni” (Balbi 2018: 15).

1.2.5 Tra rivoluzione e continuità: considerazioni conclusive sul digitale

Che venga percepita come un sogno o come un incubo, in entrambi i casi la digitalizzazione è spesso considerata come un processo storico spartiacque in grado di trasformare, in meglio o in peggio, ogni aspetto della vita individuale e sociale. Nel discorso pubblico, il digitale ha assunto questo carattere rivoluzionario soprattutto a partire dal perfezionamento del *networking*, nel corso degli anni Settanta, quando non a caso si è iniziato a parlare diffusamente di “terza rivoluzione industriale”, “società dell'informazione” e “post-industriale”, tutte idee che – sottintendendo un passaggio storico e rivoluzionario da un modello di sviluppo incentrato sulla produzione materiale di beni a uno incentrato sui servizi e la comunicazione – prefigurano l'avvento di una nuova “società digitale” (Balbi, Magaudda 2014: 8-9). Senza dubbio i media digitali costituiscono un pilastro fondamentale della società contemporanea, anche in virtù del loro enorme peso economico: basti pensare che “nel 2012 il mercato mondiale delle comunicazioni digitali era pari a (...) circa il 6% del prodotto interno lordo dell'intero pianeta” (ivi: 3). Eppure,

“fare appello al mito della rivoluzione (...) è insieme una tentazione e una semplificazione. Una tentazione perché esalta la portata innovativa, il «niente è più come prima» che quest'ondata tecno-sociale continua a portare con sé; ma anche una semplificazione perché

l'idea di rivoluzione implica un rovesciamento immediato e drastico, mentre qui ci troviamo di fronte a una dinamica ben diversa: un processo che continua ininterrottamente da un trentennio almeno (ma le cui premesse si possono leggere ben più di cinquant'anni fa) e che presenta degli aspetti di regolarità" (Ortoleva 2014: v).

In effetti, "l'enfasi sulla natura 'rivoluzionaria' dei media digitali è solo l'ultimo esempio della tendenza a ricostruire il cambiamento della società attraverso cesure repentine" (Balbi, Magaudda 2014: 14). È quindi utile e interessante disarticolare e demistificare la "rivoluzione" digitale, sottolineando alcuni elementi di continuità, se non addirittura di "contro-rivoluzione", che caratterizzano lo sviluppo dei media digitali.

Innanzitutto, come illustrato nel §1.2.1, se si considera il digitale per ciò che davvero è, ossia un codice con cui rappresentare le informazioni, non c'è alcun elemento innovativo o rivoluzionario, anzi: qualunque codice semantico composto di unità discrete – anche il più antico e primitivo linguaggio verbale – è infatti un codice digitale. A delineare il digitale come dirompente innovazione non è quindi la codificazione dell'informazione, bensì la codificazione numerico-binaria del segnale elettrico. Anche in questo caso, tuttavia, risulta difficile parlare di rivoluzione: la digitalizzazione del segnale elettrico non rappresenta infatti una scoperta collocabile in uno specifico momento o attribuibile a un unico "padre"; essa è piuttosto un processo di lungo periodo, per molti versi ancora *in fieri*, le cui radici affondano almeno agli inizi del Novecento e le cui applicazioni si sono cumulate nel tempo estendendosi ad ambiti sempre diversi, dal semplice calcolo aritmetico alla rappresentazione di messaggi complessi, passando per la comunicazione a distanza. In questo senso potrebbe essere addirittura appropriato parlare di digitalizzazioni al plurale, piuttosto che al singolare.

In secondo luogo, a ridimensionare la dirompenza del digitale c'è la persistenza, e finanche il *revival*, dell'analogico che si riscontra soprattutto sul piano dei codici, dove esso è tutt'altro che estinto, anzi: la proliferazione di immagini e la loro centralità a scapito dei testi, pur essendo una dinamica favorita dalla digitalizzazione sul piano dei segnali, attesta un relativo predominio dei codici analogici sul piano della comunicazione umana. La perduranza dell'analogico si riscontra tuttavia anche sul piano dei segnali e delle infrastrutture, laddove le trasmissioni radiofoniche e televisive sono toccate solo marginalmente dalla digitalizzazione che, di contro, per estendersi alle telecomunicazioni

e a Internet si è dovuta appoggiare a un'infrastruttura analogica come quella telefonica. Sul piano dei supporti e dei dispositivi è invece evidente che il digitale sta gradualmente monopolizzando alcuni settori, dove tuttavia l'analogico resiste come *vintage* per cultori e appassionati, circondandosi di un'aura di nostalgia, materialità e autenticità destinata a crescere proprio in reazione alla digitalizzazione: è significativo in proposito che in Italia, nel 2021, le vendite del vinile abbiano di nuovo superato quelle dei CD²².

La storia della “rivoluzione” digitale è poi intrinsecamente legata, soprattutto a partire dagli anni '90, all'idea di **convergenza mediale** (de Sola Pool 1995; Jenkins 2007) ovvero al confluire di messaggi diversi (testi, immagini, suoni etc.) – tradizionalmente conservati, riprodotti e trasmessi attraverso i loro specifici supporti, dispositivi e infrastrutture di tipo analogico – in un'unica ICT digitale prima rappresentata dal computer e oggi dallo smartphone. La convergenza, che espande e precisa il concetto di multimedialità a cui è affine, è quasi sempre annoverata come un tratto rivoluzionario della digitalizzazione che, scomponendo ogni tipo di informazione in unità elementari come i bit, le rende equiparabili e fruibili da un unico dispositivo. Questa straordinaria innovazione che il digitale ha portato alla comunicazione, per certi versi equiparabile a ciò che il denaro ha fatto all'economia, si traduce tuttavia in una dinamica che ha un che di conservatore e di paradossale. La digitalizzazione è infatti ridondante (Ortoleva 2008: 72-103), nel senso che riproduce il contenuto analogico così com'era prima: sebbene nel corso del tempo gli editori – e soprattutto la stampa – abbiano compreso la necessità di creare versioni digitali dei loro prodotti almeno leggermente distinte da quelle analogiche, la comunicazione digitale si nutre – sul piano dei contenuti – di arti, linguaggi e media tradizionali come la musica, la stampa, la fotografia, il cinema, la radio e la TV che sono semplicemente codificati in modo diverso. È per questo che alcuni autori preferiscono parlare di “ri-mediazione” (Ortoleva 1995; Bolter, Grusin 2002) in riferimento alla competizione, integrazione e ibridazione che avviene tra analogico e digitale (vedi fig. 8). Piuttosto che “uccidere” i vecchi media²³, il digitale causa una loro migrazione: “nonostante le tecnologie sembrano diventare rapidamente obsolete, i media oggi tendono

²² Romana Bruno, C. (29/04/2021): <https://tinyurl.com/ycxuhvz6>

²³ L'idea che un nuovo medium rimpiazzhi completamente i precedenti, causandone l'estinzione, è un *leitmotiv* della cultura mediatica popolare, rintracciabile persino in una nota canzone, cfr. TheBugglesVEVO: <https://tinyurl.com/yc22vam7>

a non morire: semmai si rilocano” (Casetti 2018: 131). Inoltre, “il sogno di una *überbox* – cioè di un unico dispositivo attraverso cui fruire tutta la cultura digitale – è oggi riconosciuto come la «grande utopia della convergenza», che si è invece finora tradotta in una moltiplicazione di dispositivi e apparati” (Balbi, Magaudda 2014: 146).

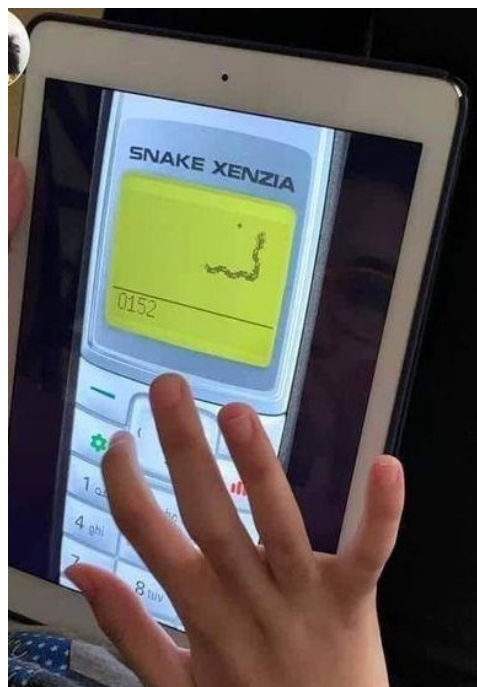


Fig. 8 - Convergenza mediale come rivoluzione e continuità: un utente gioca a Snake, un videogioco per telefoni cellulari del 1997, su un tablet di generazione successiva attraverso un apposito software simulatore

Infine, gli ideali rivoluzionari e anarcoidi che caratterizzavano la cultura del cyberspazio sembrano definitivamente tramontati a favore della progressiva commercializzazione e **regolamentazione delle piattaforme** digitali che, da questo punto di vista, incarnano piuttosto una “contro-rivoluzione” conservatrice condotta dalle grandi *corporation* del Big Tech e dall’industria culturale. Nel corso degli ultimi venti anni, infatti, le pratiche di “disintermediazione” e condivisione diretta e gratuita delle risorse tipiche della cultura hacker sono state criminalizzate, punite e represses, riportando il mondo della comunicazione digitale nei confini dell’economia capitalistica attraverso “un processo di ‘broadcastizzazione’ della Rete, ovvero una trasformazione delle modalità d’accesso ai contenuti da una logica punto-a-punto a un’altra uno-a-molti e quindi verso un modello più simile a quello radio-televisivo” (ivi: 63) semi-monopolizzato da grandi produttori e distributori come Netflix, Amazon e Spotify.

In conclusione, torniamo alla domanda che dà il titolo a questa sezione – che cos'è il digitale? – e, alla luce di quanto esposto, proviamo a rispondere tirando le fila. Il digitale è innanzitutto un codice, e quindi una tecnica cognitiva e comunicativa di rappresentazione delle informazioni. A partire dalla sua applicazione al segnale elettrico, il digitale si è poi materializzato in una ampia gamma di supporti, dispositivi e infrastrutture che, per quanto distinguibili analiticamente, sono intimamente intrecciate nella loro evoluzione diacronica e nella loro funzionalità sincronica. Lo sviluppo delle ICT digitali ha a sua volta alimentato un universo culturale fatto di metafore, pratiche, valori, utopie e angosce. È su questi ultimi due piani, quello materiale dei media e quello culturale dell'immaginario, che il digitale si sostanzia, cessando di delineare semplicemente una qualità di altri elementi e acquisendo una propria autonomia semantica. Tuttavia, pur costituendo un processo materiale e un fenomeno culturale di estrema rilevanza, il digitale va anche relativizzato e ridimensionato nella sua portata rivoluzionaria, dati i numerosi elementi di continuità che ancora caratterizzano i processi comunicativi e sociali che esso presiede.

1.3 Ambiente e digitale: la rilevanza nel discorso pubblico

Non occorre essere degli esperti analisti dell'opinione pubblica per constatare come le tematiche afferenti all'ambiente e al digitale ricorrano nella quotidianità e nell'informazione *mainstream* degli ultimi anni. Tuttavia, nell'economia di un elaborato interamente teso alla costruzione e all'analisi dei nessi tra i due argomenti, è opportuno sottolineare e provare a quantificare quanto più precisamente possibile la pervasività di tali questioni nel dibattito pubblico. Di seguito si propone quindi una breve indagine di taglio culturomico (Michel et al 2010), ovvero un'analisi quantitativa incentrata su un corpo di testi significativi e tesa a misurare la rilevanza delle tematiche ambientali e digitali.

Un primo strumento in grado di rispondere a questo obiettivo è dato dalla lista delle “parole dell'anno” (*words of the year*) pubblicata dall' Oxford English Dictionary (OED) per la Gran Bretagna e gli Stati Uniti a partire dal 2004. Raccogliendo circa 150 milioni di parole al mese da un corpo di pubblicazioni online, l'OED individua attraverso dei software lessicografici la parola che meglio “riflette lo spirito, l'umore o le

preoccupazione di un particolare anno e che abbia il potenziale di assumere una duratura rilevanza culturale”²⁴. Confrontando le ventitré parole o espressioni selezionate fino al 2019 (vedi fig. 9), si può notare come almeno dieci, poco meno della metà, siano direttamente riconducibili²⁵ al digitale (cinque) e all’ambiente (cinque), un valore che restituisce immediatamente la duratura rilevanza di queste tematiche nel dibattito pubblico internazionale.

Anno	Parola dell'anno (GB)	Parola dell'anno (USA)
2004	Chav	
2005	Sudoku	Podcast (digitale)
2006	Bovvered	Carbon-neutral (ambiente)
2007	Carbon footprint (ambiente)	Locavore (ambiente)
2008	Credit crunch	Hypermiling (ambiente)
2009	Simples	Unfriend (digitale)
2010	Big society	Refudiate
2011	Squeezed middle	
2012	Omnishambles	GIF (digitale)
2013	Selfie (digitale)	
2014	Vape	
2015	😊 Emoji (digitale)	
2016	Post-truth	
2017	Youthquake	
2018	Toxic	
2019	Climate emergency (ambiente)	

Fig. 9 - Tabella riassuntiva delle parole dell'anno OED (mia rielaborazione)

Anche in Italia l’ambiente e il digitale rappresentano argomenti di interesse stabile. Un indicatore è dato dalle tracce degli esami di Stato elaborate dal Ministero e in particolare dalla prima prova che, essendo comune a tutti gli indirizzi scolastici, valuta le capacità espressive, logiche e critiche degli studenti in merito ad argomenti di ordine generale e trasversale. In 15 anni, dal 2005 al 2019, sono state rilasciate 25 prime prove

²⁴ OED: <https://tinyurl.com/msr4vh92>

²⁵ Nel conteggio potrebbe essere inclusa anche l’espressione *post-truth*, indicativa di un’opinione emotiva, arbitraria e infondata che trova il suo spazio espressivo prediletto nei social media. Il termine *toxic*, invece, pur facendo riferimento all’ambito bio-chimico e ambientale, ha trovato largo impiego nel 2018 in relazione al concetto di mascolinità e non è stato pertanto conteggiato.

di esame²⁶, ognuna di esse suddivisa in 7 tracce differenti tra cui scegliere, per un totale di 175 proposte. Di queste, 17 riguardano questioni connesse all'ambiente (9.7%) e 23 alle tecnologie digitali (13.1%) (cfr. Allegato 1). Nel complesso, quindi, ambiente e tecnologia rappresentano più di un quinto degli argomenti proposti all'esame di maturità (40 tracce su 175, il 22.8%)²⁷. Tali dati non solo riflettono il diffuso interesse del dibattito pubblico verso l'ambiente e il digitale, ma dimostrano anche la volontà delle istituzioni culturali centrali di accrescere ancor di più la loro rilevanza invitando gli studenti a esprimersi proprio su questi argomenti ritenuti cruciali. Chiaramente, data la loro natura, le tematiche ambientali e digitali hanno dominato la categoria del saggio tecnico-scientifico occupando nel corso degli anni ben 13 consegne su 25, ma la loro rilevanza è tale da aver più volte impegnato anche le tracce di attualità (7/25), quelle di taglio socio-economico (7/25) e artistico-letterario (5/25). Riflessioni intorno all'ambiente e alla natura sono state centrali anche in 4 su 25 delle tracce relative all'analisi di liriche o altri testi classici. Nel complesso, gli anni in cui si è parlato maggiormente di ambiente e digitale all'esame di maturità sono stati il 2014 (4 tracce su 7) e il 2017 (5 su 7 nella sessione ordinaria, 10 su 21 considerando anche le sessioni suppletive e straordinarie).

La rilevanza delle tematiche ambientali e digitali nell'ambito della scuola e della formazione, tuttavia, non può che derivare dallo spazio dedicato dagli organi di informazione a tali questioni. A riguardo può quindi essere indicativo sondare l'atteggiamento della stampa, per esempio comparando le occorrenze di parole-chiave relative all'ambiente e al digitale con quelle relative ad altri argomenti di cronaca e attualità. Uno strumento particolarmente utile per tale operazione è rappresentato dal motore di ricerca interno al sito del quotidiano *La Repubblica*. Sul portale del secondo quotidiano italiano è infatti possibile consultare l'archivio digitalizzato che ospita tutti i contenuti pubblicati, sia in cartaceo che online, dal 1 gennaio 1984 ad oggi ed effettuare ricerche per parole-chiave²⁸. Ciò ha permesso di costruire un dataset (vedi Allegato 2)

²⁶ L'archivio online del MIUR ospita, al mese di novembre 2021, le tracce delle sessioni suppletive e straordinarie solo a partire dall'esame del 2015, cfr. MIUR: <https://tinyurl.com/brn8fkh9>

²⁷ La tabella dell'Allegato 1 è stata costruita individuando, per ciascuna traccia elaborata dal MIUR, il tema fondamentale tenendo conto del titolo, dei documenti, delle istruzioni e dei commenti. Tali temi sono poi stati ricondotti alle categorie di "ambiente" e "digitale", le cui occorrenze sono state calcolate per categoria, per anno e nel complesso. Sono state categorizzate in "ambiente" e in "digitale" anche le tracce che, pur incentrandosi su un'altra tematica, presentano documenti o istruzioni riconducibili a queste due categorie.

²⁸ Razzi, M. (24/04/2008): <https://tinyurl.com/44xxvvtf>

basato su tre categorie (*digitale, ambiente, varie*), ognuna composta da 15 voci pertinenti. Per ognuna di esse, sono state riportate le occorrenze di anno in anno, dal 1984 al 2020, poiché ritenute indicative dell'interesse del discorso pubblico. Occorre precisare subito che tale approccio presenta degli ovvi limiti, dovuti principalmente all'impossibilità di ponderare il "peso" dell'occorrenza nell'economia delle migliaia di articoli presi in considerazione. Sono numerosi, infatti, i casi in cui le parole-chiave non coincidono necessariamente con l'argomento centrale dell'articolo: il termine "droga", per esempio, può essere utilizzato, oltre che per parlare del traffico di stupefacenti come problema pubblico, anche in senso connotativo, riferendosi a tutt'altro, come per esempio nella frase "lo shopping è la droga degli adolescenti". Si tratta tuttavia di casi sporadici, che non intaccano la rilevanza di migliaia di occorrenze denotative. Inoltre, si potrebbe anche sostenere che persino l'utilizzo connotativo o del tutto marginale di certi termini rifletta comunque un interesse specifico verso essi. Nella consapevolezza di tutto ciò, vengono di seguito illustrati alcuni dei più interessanti risultati di tale operazione.

Partiamo dalla top 10 delle occorrenze, ovvero dalle 10 parole-chiave più frequentemente utilizzate sul giornale tra le 45 selezionate (cfr. fig. 10). Ben 6 su 10 rientrano nelle categorie "ambiente" (1) e "digitale" (5). Qui tuttavia è evidente una distorsione, la cui entità non è determinabile in questo studio, dovuta appunto all'utilizzo generico e non specifico che si può fare dei primi quattro termini, contrassegnati per questo motivo da un asterisco²⁹. Il distacco, tuttavia, è tale da permettere di considerare una supremazia di tali parole anche al netto della distorsione. Si noti inoltre che il termine "digitale" (82734) – il cui utilizzo, per quanto generico, rimanda comunque a una concettualizzazione attiva da parte del giornalista – ricorre più frequentemente di "mafia" (82098), parola che guida la classifica nella categoria "varie".

²⁹ La parola "ambiente" può essere utilizzata connotativamente anche in espressioni molto comuni come "ambiente scolastico" o "ambiente criminale" che nulla hanno a che fare con la "questione ambientale". In maniera simile, i termini "online", "internet" e "web" possono essere utilizzati sulla stampa in maniera del tutto accessoria o meramente tecnica, per esempio rimandando a un sito "internet" su cui approfondire un argomento che nulla ha a che fare con il digitale.

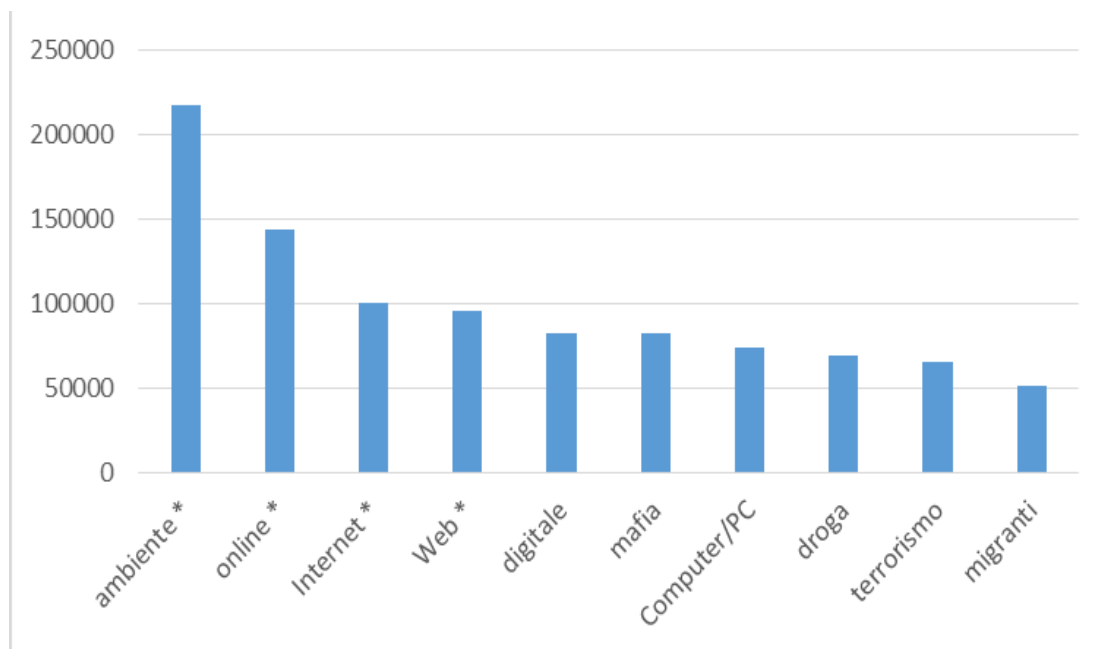


Fig. 10 - Top 10 delle occorrenze assolute

Gli altri scaglioni della classifica generale delle occorrenze (11°-20° posto, 21°-30° e 31°-45°) restituiscono un quadro più equilibrato ma comunque molto interessante. Vediamo per esempio che la parola “inquinamento” (45187) ricorre appena più raramente di “immigrazione” (47738) ma comunque più spesso di “disoccupazione” (44003), “povertà” (39451) e “crisi economica” (33783). “Software” (30343) è invece utilizzato più frequentemente di “razzismo” (27014). Sono particolarmente indicativi anche i valori di “smog” (17515), “impatto ambientale” (13128) e “raccolta differenziata” (13020), più elevati di quelli relativi a un problema atavico come l’“evasione fiscale” (12638). “Sostenibilità ambientale” (3974), “algoritmi” (3872) e “riscaldamento globale” ricorrono invece più spesso di “femminicidio” (3383). Le categorie dell’ambiente e del digitale comprendono quindi argomenti e parole-chiave utilizzati molto di frequente nella stampa italiana. Insieme, le due categorie rappresentano una parte consistente del dibattito pubblico, soprattutto in certi anni: lo scarto tra le occorrenze della categoria “varie” e quelle sommate delle categorie “ambiente” e “digitale” è stato davvero minimo nel 2000 (-26), nel 2007 (-536) e nel 2014 (-874). (cfr. fig. 11).

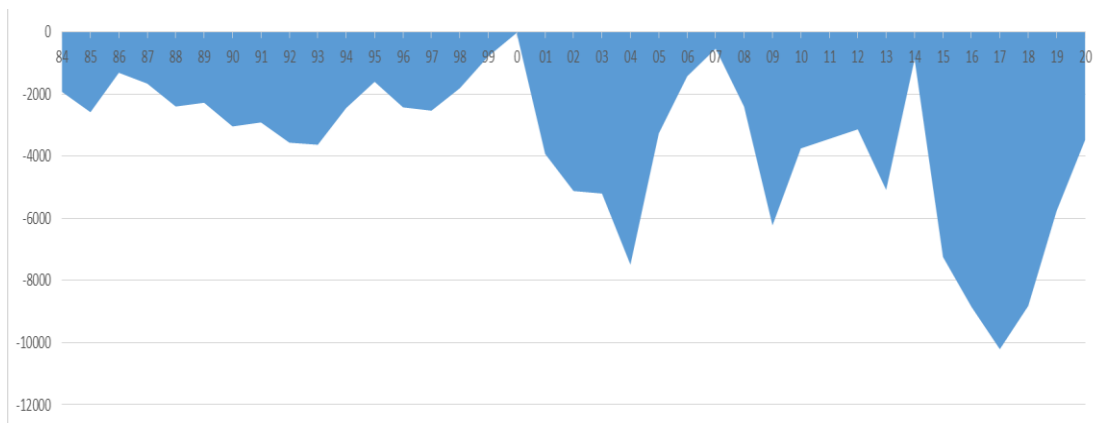


Fig. 11 - Scarto netto delle occorrenze tra le categorie digitale+ambiente e varie (termini con * esclusi)

Questo quadro, già di per sé abbastanza significativo, acquisisce valori enormemente superiori se si vanno a includere le parole-chiave più generiche (e quindi potenzialmente fuorvianti e distorsive) ma comunque significative come quelle contrassegnate dall'asterisco nella *top ten* generale. Conteggiando anche termini come “ambiente” e “online” si può infatti dire che si parla molto più di ambiente e digitale che non di tutti gli altri argomenti messi insieme. Lo scarto tra le occorrenze, al lordo di questi termini, appare quindi rovesciato rispetto al grafico precedente, presentandosi come in fig. 12.

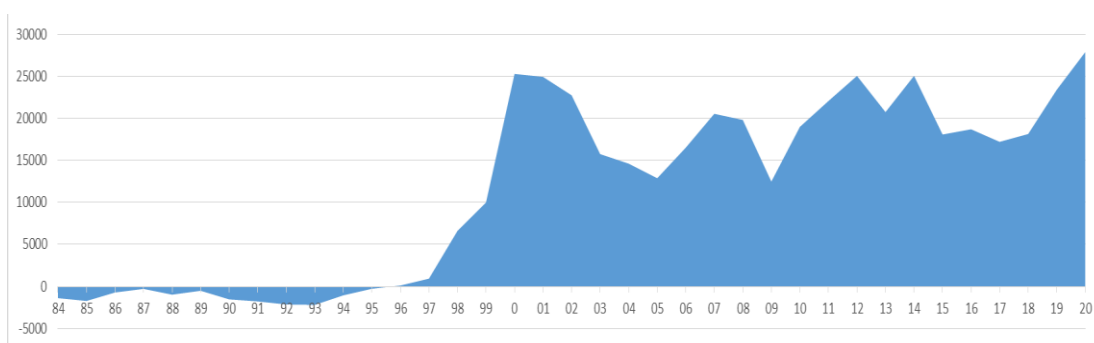


Fig. 12 - Scarto lordo delle occorrenze tra le categorie digitale+ambiente e varie (termini con * inclusi)

In questo quadro, gli anni che registrano il maggiore interesse per le due categorie sono il 2000, il 2012, il 2014 e, soprattutto, il 2020 anno in cui si parla più che mai di ambiente e digitale nonostante la pandemia, o meglio, proprio a causa degli stretti collegamenti tra essa e le questioni ecologico-digitali. Infine, può essere utile osservare e comparare le variazioni di interesse che alcune delle più significative parole-chiave hanno subito nel tempo. Comparando le occorrenze dei termini più utilizzati in ciascuna categoria (mafia, inquinamento e digitale – sono state quindi escluse le parole con

asterisco) tra il 2005 e il 2020 vediamo che l'interesse per le tre parole-chiave era inizialmente quasi equivalente, ma in seguito si è creata una forbice la cui massima ampiezza cade nel 2014, quando il digitale catalizza il massimo interesse (98226 occorrenze) e l'inquinamento il minimo (1332), mentre la mafia si colloca nel mezzo (5455). Nel 2020 la forbice persiste, con il digitale che occupa ancora la migliore posizione (7812 occorrenze) e l'inquinamento che si riavvicina alla mafia (1803 vs 2057) (cfr. fig. 13).

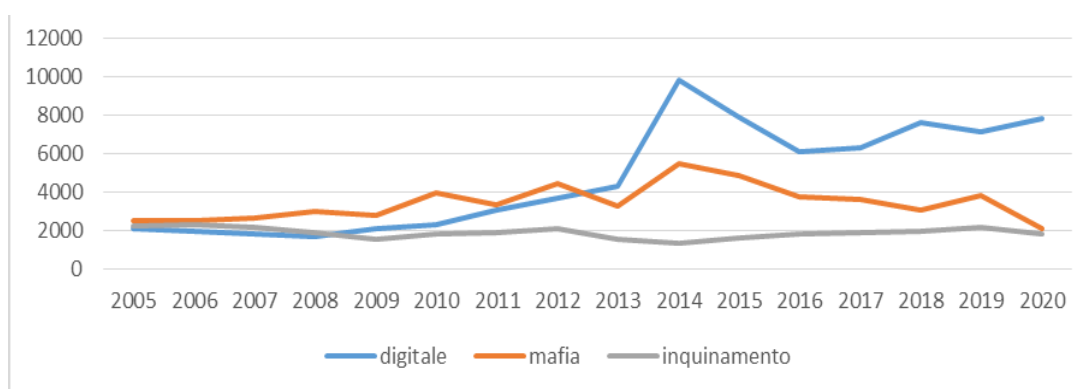


Fig. 13 - Interesse nel tempo (2005-2020) per i termini più utilizzati in ciascuna categoria

Eseguendo la stessa operazione per coppie di termini che si collocano in posizioni vicine nella classifica generale emergono altri risultati interessanti. Per esempio la parola “computer”, o “PC”, ha un numero di occorrenze assolute (73867) simile a quello di “droga” (69200) ma è stata utilizzata più frequentemente dal 2005 al 2012 e nel 2020 (cfr. fig. 14).

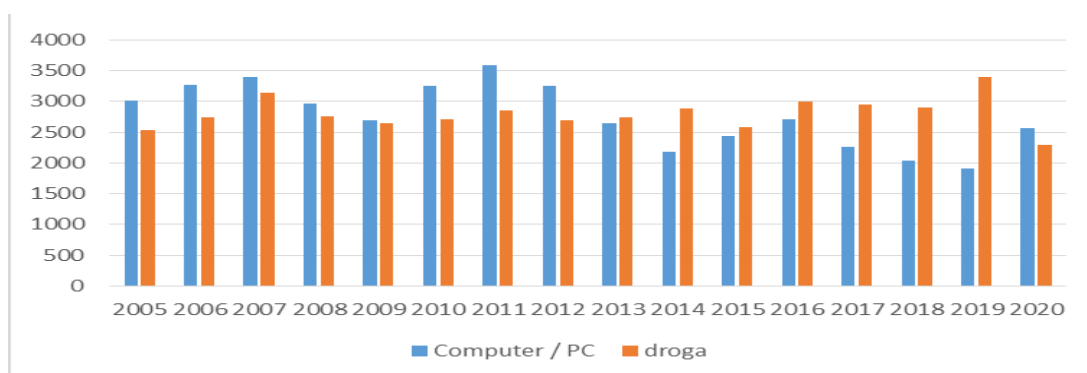


Fig. 14 - Interesse nel tempo (2005-2020) per le parole “computer/pc” e “droga”

Allo stesso modo, confrontando “inquinamento” (45187 occorrenze assolute) e “disoccupazione” (44003) vediamo che in sedici anni (2005-2020) si è più spesso fatto riferimento al primo che al secondo (cfr. fig. 15).

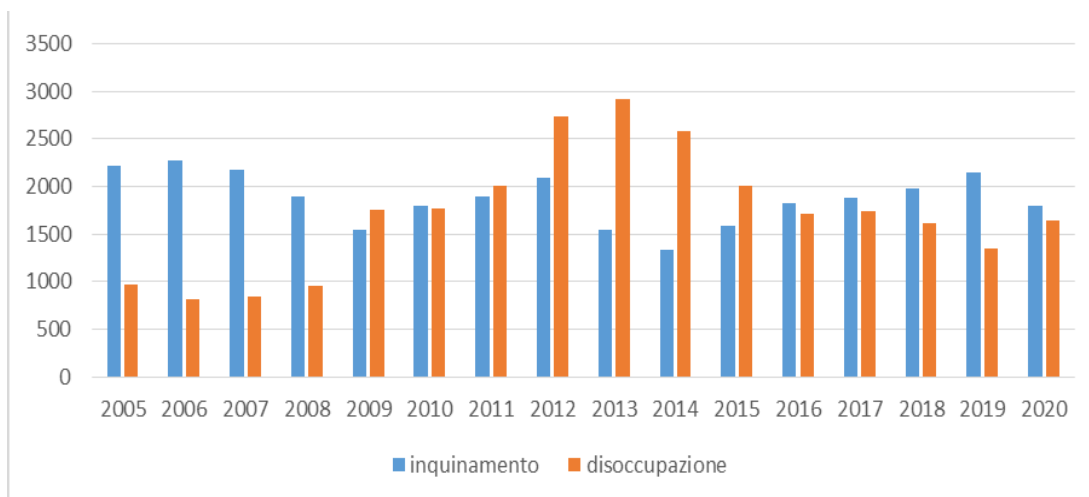


Fig. 15 - Interesse nel tempo (2005-2020) per le parole “inquinamento” e “disoccupazione”

L’espressione “social network”, praticamente inesistente fino al 2005, ha invece sovrastato un tema fondamentale come quello di “crisi economica” a partire dal 2014 (cfr. fig. 16).

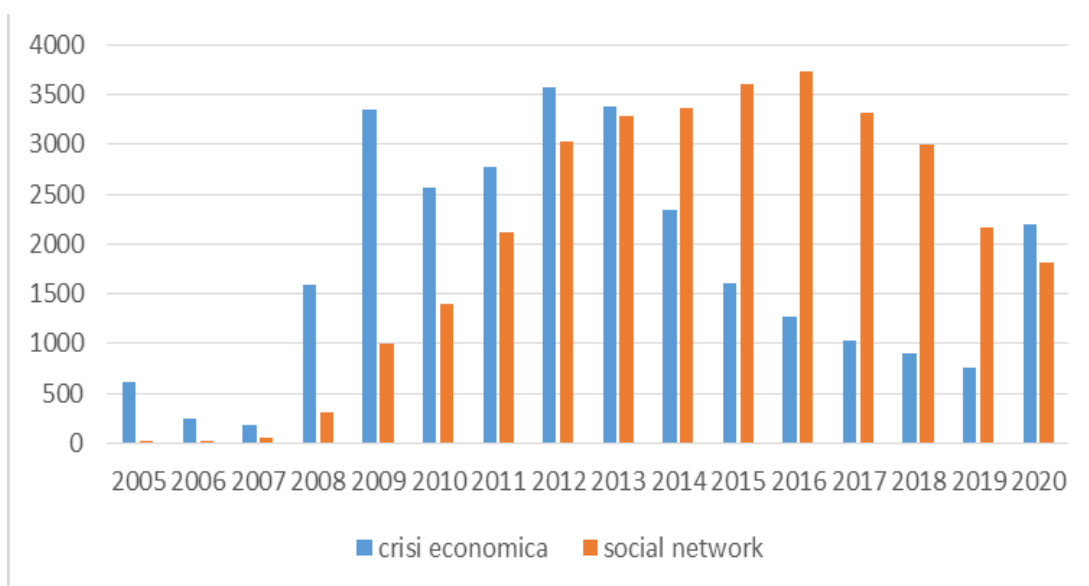


Fig. 16 - Interesse nel tempo (2005-2020) per le espressioni “crisi economica” e “social network”

Persino una parola-chiave abbastanza circostanziata come “raccolta differenziata” tiene testa ad una tematica importante quale l’“evasione fiscale”, superandola per occorrenze 9 volte su 16 nell’intervallo considerato (cfr. fig. 17).

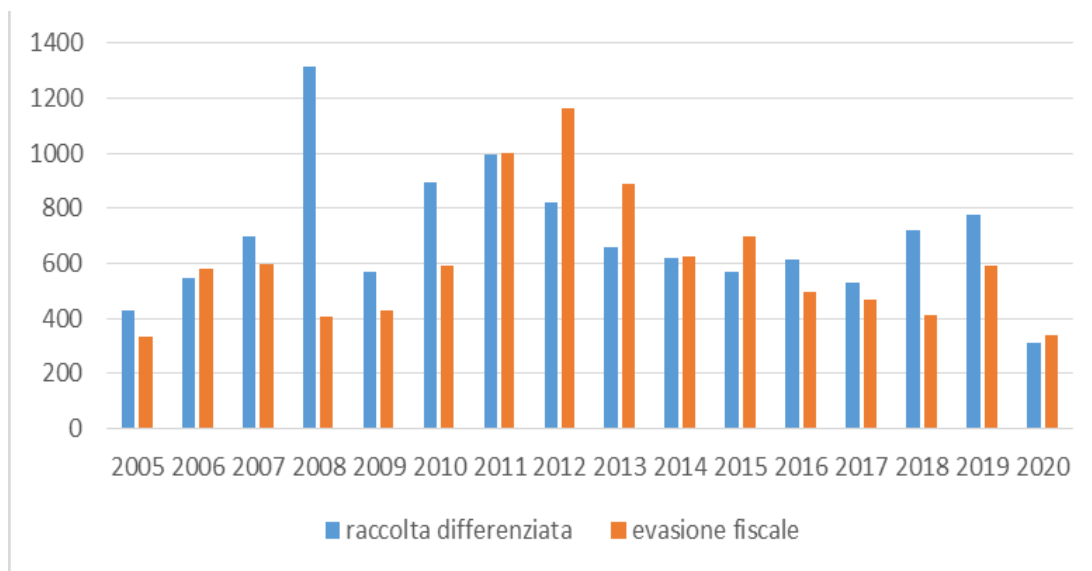


Fig. 17 - Interesse nel tempo (2005-2020) per le espressioni “raccolta differenziata” ed “evasione fiscale”

Pur con i suoi limiti, questa breve analisi culturomica dimostra, attraverso tre indicatori principali, che le tematiche riconducibili all’ambiente e al digitale dominano il dibattito pubblico, occupandone una parte consistente. Tali tematiche vengono però quasi sempre trattate in maniera separata, indipendente, autonoma. I potenziali nessi tra ambiente e digitale vengono cioè discussi molto raramente e per lo più nella letteratura specializzata, senza trovare alcuno spazio rilevante nell’informazione *mainstream*. Qui, se una relazione tra ambiente e digitale viene costruita, questa riguarda l’impatto ambientale delle tecnologie digitali, unica dimensione del rapporto tra ambiente e digitale che sta attirando un certo interesse negli ultimissimi anni anche da parte della stampa. Il secondo capitolo si sofferma su questo aspetto, per poi introdurre nella sua parte finale i quadri teorici, le categorie analitiche e i processi proposti da questo lavoro a partire dal terzo capitolo per disarticolare il rapporto tra ambiente e digitale in altre e più complesse dimensioni.

CAPITOLO II

(OLTRE) L'IMPATTO AMBIENTALE DELLE ICT DIGITALI

Se è vero che le tematiche dell'ambiente e del digitale dominano il discorso pubblico degli ultimi quindici-venti anni, trovando sempre più spazio sia sui mezzi di informazione generalisti che specializzati, lo stesso non può dirsi del rapporto che intercorre tra esse. Le questioni digitali ed ecologiche vengono infatti discusse quasi sempre in maniera autonoma e separata, senza creare particolari collegamenti tra esse. Quando ciò avviene si tratta nella maggior parte dei casi di valutazioni quantitative circa l'impatto – positivo o negativo, diretto o indiretto – che le tecnologie digitali possono avere sull'ambiente. È esattamente quanto avvenuto durante la pandemia da coronavirus, quando la digitalizzazione di numerose attività precluse per diversi mesi, come quelle scolastiche e lavorative, ha riportato su alcuni canali di informazione *mainstream* il dibattito riguardo al potenziale ecologico del digitale. Durante la crisi sanitaria, infatti, si è potuto osservare un notevole calo del traffico automobilistico e delle emissioni di anidride carbonica³⁰ dovuto alla possibilità di lavorare, studiare e intrattenersi in casa, riducendo l'uso di mezzi di trasporto; tuttavia, gli investimenti fatti dalle piattaforme digitali e dalle istituzioni per fronteggiare le nuove esigenze hanno anche evidenziato la materialità del settore ICT, facendone emergere i costi ambientali, soprattutto in termini di consumo energetico e di emissioni.

In realtà, il dibattito sul valore ecologico del digitale affonda le sue radici almeno negli anni '90, precedendo di gran lunga il recente evento pandemico e rappresentando un oggetto di studio liminale e controverso, sul quale tanto le scienze "dure" quanto quelle sociali ancora stentano a trovare consenso. Sebbene questo lavoro si proponga di superare la prospettiva riduzionista e quantitativa dell'impatto ambientale delle ICT, dandone un'interpretazione qualitativa e soprattutto individuando altre dimensioni del rapporto

³⁰ Borgomeo, V. (18/05/2020): <https://tinyurl.com/2aeau7y>

ambiente-digitale, la valutazione ecologica del digitale rappresenta un tema cruciale e preliminare, che non può essere scartato aprioristicamente. Occorre piuttosto conoscerlo e approfondirlo per capirne l'importanza ma anche i limiti da superare. Al nocciolo della questione vi è il complesso tema della dematerializzazione, un processo che si muove su due binari: quello dell'immaginario da un lato e, dall'altro, quello dei suoi effetti reali. Il §2.1 illustra quindi la nascita e l'articolazione dell'immaginario *green* e sostenibile delle tecnologie digitali, mentre il §2.2 analizza la letteratura scientifica (di vario stampo: ingegneristico, economico, sociologico) tesa a quantificarne l'impatto ambientale. Il §2.3 permetterà invece di muovere i primi passi oltre la prospettiva dell'impatto, presentando gli approcci teorici al cuore di questo lavoro di tesi con cui sono state costruite le categorie analitiche che verranno discusse nel terzo capitolo.

2.1 Il digitale come soluzione ecologica: invisibilità, dematerializzazione, ottimizzazione

In un recente spot televisivo, una nota azienda di telecomunicazioni descrive la propria rete di fibra ottica per il Wi-Fi come una “cosa invisibile” ma “molto potente”, che si trova “ovunque e da nessuna parte” mentre “si muove veloce”³¹. Lo spot offre un ottimo esempio di come, nell'immaginario collettivo, il digitale venga comunemente associato non solo a potenza e velocità, ma anche a caratteristiche quali intangibilità, evanescenza e immaterialità. Queste qualità, contrapponendosi alla pesantezza inquinante dell'automobile e degli altri simboli dello sviluppo industriale post-bellico, hanno permesso al digitale di esaltare le proprie virtù ecologiche e di promuoversi ad alleato e amico dell'ambiente. È un sentire abbastanza diffuso, infatti, che le ICT digitali – consentendo l'accesso, la gestione e lo scambio di informazioni da remoto – permettano di “smaterializzare” molti processi socio-economici, o quantomeno di alleggerirli e di ottimizzarli, contribuendo così ad una complessiva riduzione dell'impatto ambientale antropico e a risolvere almeno in parte la crisi ecologica. In questo senso, l'utilizzo del digitale equivale ad un atto di partecipazione materiale (cfr. §1.1.4) alla questione ambientale.

³¹ Cfr. Sky: <https://tinyurl.com/bdh3kbjd>

Per comprendere le origini di questo **immaginario green** del digitale occorre partire da una premessa che trova ormai sempre più spazio e consenso negli studi sulla comunicazione: tutti i media – siano essi digitali o analogici, tradizionali o elettronici – godono di una latente **invisibilità** (Krämer 2020) che porta gli utenti a concentrarsi sui contenuti trasmessi piuttosto che sui mezzi di trasmissione. Pur riguardando tutti i media, questa tendenza all’invisibilità è stata enormemente accentuata dallo sviluppo delle telecomunicazioni elettriche dato che “i mezzi elettronici (...) hanno, nel creare un ambiente invisibile e completamente «coinvolgente», una delle loro caratteristiche principali” (Camorrino 2020:76). Già sul finire dell’Ottocento, dunque, i primi e rudimentali mezzi di telecomunicazione come il telegrafo, il telefono e la radio andavano a segnare uno spartiacque nel rapporto uomo-ambiente perché “l’elettricità, per le sue caratteristiche intrinseche – del resto non lontane da quelle proprie di una forza divina – assicurerebbe all’uomo una rinnovata comunione con la natura, per mezzo dell’abbattimento di ogni mediazione materiale del vecchio sistema industriale” (Camorrino 2017:138). Il “mito prevalente”, in altre parole, era che questi mezzi avrebbero “cambiato il mondo senza cambiare il Pianeta” (Maxwell, Miller 2011: 9, tda). Tuttavia, la promessa di immaterialità fatta trasparire dai primi mezzi elettrici di comunicazione fu disattesa dal boom economico post-bellico e dalle sue merci simbolo: automobili ed elettrodomestici, pur rivoluzionando la quotidianità del ceto medio occidentale, riaffermavano un modello industriale concreto e “pesante”.

Il sogno di uno sviluppo leggero e immateriale poté riemergere solo successivamente quando, con il potenziamento e il collegamento in rete delle tecnologie digitali, il cyberspazio riuscì a imporsi come “uno dei principali vettori del ritorno dell’invisibile nel mondo contemporaneo” (Camorrino 2020: 74). Un contributo fondamentale nel rinnovare il nesso tra tecnologia ed ecologia provenne quindi da eminenti figure dell’imprenditoria e dell’ingegneria informatica. Steve Jobs, per esempio, con la sua eco-spiritualità sospesa tra la *New Age* e il buddismo zen, favorì l’idea di una tecnologia digitale sostenibile anche attraverso la scelta di dettagli significativi come il logo a forma di mela e il design minimale e colorato dei prodotti Apple. Bill Gates, in maniera ancor più esplicita, si fece fotografare nel 1994 in un bosco, sospeso con un’imbracatura su un’enorme pila di carta mentre mostrava un CD contenente la stessa quantità di dati (cfr. fig. 18). Il messaggio lanciato dal fondatore di Microsoft era chiaro:

grazie alla digitalizzazione si possono dematerializzare gli archivi, consumare meno risorse, produrre meno rifiuti e quindi diminuire la pressione antropica sull'ambiente.



Fig. 18 - Bill Gates confronta la capacità di immagazzinamento di un CD e della carta (1994)

L'idea della **dematerializzazione** trovò un altro influente profeta in Nicholas Negroponte, un noto informatico americano il cui best-seller, *Being digital* (1995), rappresenta un vero e proprio manifesto della cultura digitale in cui si trova “un’apologia del bit che a differenza dell’atomo – elemento simbolico del mondo analogico – «non ha colore, dimensioni o peso, e può viaggiare alla velocità della luce» (Negroponte 1995: 3, cit. in Granata 2009:107). Il ritorno dell’invisibile e dell’immateriale nell’immaginario collettivo degli anni ‘90, reso possibile dal concetto di dematerializzazione e dai suoi profeti, assunse una connotazione ambientalista ancora più marcata che in passato data la concomitanza con lo stabilizzarsi della crisi ecologica nell’agenda politica. Il nesso che si andava rafforzando tra digitalizzazione e dematerializzazione riuscì infatti ad attirare l’attenzione del mondo ambientalista che, solo un paio di anni prima, aveva seguito con preoccupazione i temi dibattuti all’*Earth Summit* di Rio (1992), tra cui la deforestazione e la gestione sostenibile delle foreste. Una piccola testimonianza relativa alla costruzione di questo nesso è data dal successo delle campagne ispirate al motto *think before printing*³² con cui ancora oggi si invitano gli utenti, attraverso un apposito banner in calce alle email, a stampare solo i messaggi e i documenti davvero necessari. Più in generale, il digitale viene spesso presentato come un’alternativa ecologica all’uso della carta (vedi

³²ThinkBeforePrinting: <https://tinyurl.com/5n78de4c>

fig. 19): si tratta di uno dei più evidenti residui del cosiddetto “ufficio senza carta”, un’idea che, già a partire dagli anni ‘80, circolò ampiamente in ambienti aziendali e istituzionali (cfr. Sellen, Harper 2002).



Fig. 19 - Screenshot di una email con cui un’azienda presenta il digitale come mezzo di salvaguardia ambientale

Ma le potenzialità ecologiche della dematerializzazione non si esauriscono nel semplice risparmio di carta reso possibile dalle email e dall'archiviazione digitale, né rimangono confinate al solo piano dell’immaginario. Soprattutto a partire dalla fine degli anni ‘90, lo sviluppo delle prime piattaforme di *e-commerce* e videoconferenza è stato associato all’importante tematica del risparmio energetico, stimolando ricerche tese alla quantificazione dei benefici in quest’ambito. Ad esempio, in un paper del 1999 intitolato *The Internet Economy and Global Warming. A Scenario of the Impact of E-commerce on Energy and the Environment* gli autori invitano i consumatori “a vedere l’*e-commerce* come un modo per minimizzare il loro impatto ambientale” dato che esso “porterà una miriade di benefici energetici e ambientali” (Romm et al. 1999: 67, tda). Un punto di vista molto simile veniva espresso anche da uno dei più noti studiosi di tecnologia al mondo, Everett Rogers, che in un saggio intitolato *The Internet and Sustainable Development*, pubblicato postumo nel 2009, scriveva che “l’uso di Internet può contribuire allo sviluppo sostenibile soppiantando i viaggi personali, facendo così risparmiare energia” (Rogers 2009: 108, tda). Nel 2008, altri due autorevoli studi stimavano che le ICT avrebbero consentito di tagliare, da lì al 2020, le emissioni climalteranti del 15% (Boccaletti et al. 2008; Webb 2008). Oggi, con l’ulteriore sviluppo delle piattaforme digitali, tante altre attività incentrate sul trattamento delle informazioni sono eseguibili da remoto,

contribuendo alla riduzione di spostamenti prima necessari e, per esempio, alla decongestione del traffico automobilistico nei centri urbani: si pensi all'*home banking* o, come accennato in apertura, alla digitalizzazione della didattica e di molte altre attività lavorative avvenute in risposta all'emergenza pandemica del 2020. L'implementazione e il mantenimento di sistemi per il telelavoro, in particolare, ha assunto i connotati di un vero e proprio obiettivo del movimento ambientalista, come nel caso della campagna *Just use Teams* con cui un gruppo di ecologisti ha invitato Microsoft a eliminare i voli aerei dei suoi dipendenti in favore del lavoro da remoto³³.

Un altro aspetto del digitale su cui si è innestata una narrazione ecologista, soprattutto a partire dal nuovo millennio, riguarda la sua capacità di, se non dematerializzare, quantomeno ottimizzare diversi processi sociali, economici e tecnici attraverso la loro informatizzazione. Piattaforme digitali come per esempio Blablacar (2006), AirBnB (2007) e Uber (2009) hanno sottolineato a più riprese i benefici ambientali derivanti dalle pratiche di *car pooling* e *home sharing* consentite dalle loro infrastrutture³⁴. Più in generale, tutta la cosiddetta economia della condivisione (*sharing economy*) e del dono ha trovato nel digitale un canale privilegiato grazie alla possibilità di monitorare la domanda e l'offerta di beni sotto-utilizzati con una precisione inedita rispetto ai tradizionali mercati analogici, favorendo così la compra-vendita dell'usato e incentivando atteggiamenti non consumistici. Più di recente, la presunta **ottimizzazione** delle performance ambientali attraverso il digitale si è estesa all'ambito di quei processi tecnici ancora analogici. L'*Internet of Things* (IoT), la domotica e la cosiddetta industria 4.0, in particolare, puntano alla digitalizzazione e all'informatizzazione di tecnologie sinora estranee al trattamento di informazioni complesse come termostati, luci, elettrodomestici e apparecchiature industriali al fine di ottimizzarne il funzionamento e i consumi.

Richiamando il concetto di partecipazione materiale visto nel §1.1.4, l'immaginario *green* del digitale attribuisce all'uso delle ICT il valore di un atto partecipativo alla questione ambientale: dalla dematerializzazione all'ottimizzazione, e dalla *smart home* alla *smart city*, il potenziale ecologico del digitale viene declinato nei

³³ Franceschini, E. (24/06/2021): <https://tinyurl.com/yck2bu9m>

³⁴ Si veda per esempio Blablacar: <https://tinyurl.com/bdde69yj>

termini di effetti positivi che esso produce *indirettamente*, alleggerendo l'impatto di *altri* settori e processi. Tuttavia, nel tempo è diventato sempre più chiaro, almeno all'interno di cerchie specialistiche, che nonostante la possibilità di smaterializzare o ottimizzare molte attività attraverso le tecnologie digitali, queste ultime possiedono una loro irriducibile fisicità di cui occorre conoscere gli effetti ambientali *diretti*. Una letteratura eterogenea si è occupata di questo problema da diverse prospettive. Il prossimo paragrafo ne offre una panoramica.

2.2 Il digitale come problema ecologico: effetti negativi diretti e di rimbalzo

A partire degli anni '90, in risposta alle suggestioni ecologiche avanzate dall'immaginario *green* del digitale, si sono sviluppati diversi filoni di ricerca tesi ad approfondire, verificare e quantificare gli effetti ambientali delle ICT digitali. Si tratta di lavori che, afferendo sia a discipline "dure" sia alle scienze umane e sociali, offrono prospettive anche molto diverse su un problema complesso, liminale e su cui manca consenso.

Una prima categoria è costituita da quegli studi di ingegneria energetica il cui obiettivo è quantificare il **consumo energetico diretto** del settore ICT, elaborare proiezioni future e, attraverso appositi fattori di conversione, stimare la quantità di CO2 equivalente, ovvero la quantità di emissioni climalteranti imputabili all'industria delle telecomunicazioni. Data la complessità di questi obiettivi e la vastità dell'oggetto di indagine, tutti gli studi di questo tipo devono necessariamente stabilire dei confini analitici che, per quanto precisi e accurati, restano arbitrari. Alcune ricerche, per esempio, escludono importanti aree come la *blockchain* o le TV, mentre altre si concentrano solo su certe fasi della filiera produttiva o del ciclo di vita. Metodologie come il *Life Cycle Assessment* (LCA, valutazione del ciclo di vita) e la *Carbon Footprint* (impronta di carbonio) permettono quindi di elaborare delle stime, e non delle misurazioni, che possono variare anche significativamente da pubblicazione a pubblicazione. In linea di massima, tuttavia, i risultati offerti da questa letteratura deviano profondamente dall'idea di dematerializzazione, restituendo un quadro poco confortante dal punto di vista ecologico in cui le ICT digitali rappresentano una importante concausa del riscaldamento

globale. Basti pensare che se il settore ICT fosse uno Stato, si classificherebbe al terzo posto nella classifica mondiale dei maggiori consumatori di elettricità, dopo Cina e USA (Cook 2017: 16). Esso assorbe infatti circa l'8% dell'elettricità globale ma, da qui al 2030, la percentuale potrebbe salire al 21% o impennarsi, nello scenario peggiore, sino al 51% (Andrae, Elder 2015). In termini di emissioni climalteranti, una delle più recenti e autorevoli pubblicazioni sul tema rivela che nel 2007 il settore era responsabile dell'1% sul totale globale, mentre nel 2018 il valore è salito al 3,6% e la proiezione al 2040 prevede un aumento fino al 14% (Belkhir, Elmeligi 2018). Già dieci anni fa, l'industria digitale produceva emissioni almeno equivalenti a quelle dell'aviazione civile, uno dei settori economici meno ecologici in assoluto (Gombiner 2011: 119). Di queste emissioni, il 31% è imputabile ai dispositivi. Basti pensare che un singolo smartphone ha un'impronta di carbonio equivalente a 17.2 kg all'anno, che salgono fino a 43.6 kg se si include l'ovvio utilizzo dei servizi di telecomunicazione³⁵. Nel ciclo di vita dei dispositivi, tuttavia, la fase più energivora è di gran lunga la produzione (73% del consumo elettrico), seguita con distacco dall'uso (19%), dalla distribuzione (6%) e infine dallo smaltimento (2%) (Jardim 2017: 5). Il restante 69% delle emissioni prodotte dal digitale dipende però dalle infrastrutture (*data center* e *network*) che rappresentano quindi il problema maggiore. In soli cinque anni, tra il 2000 e il 2005, il loro consumo aggregato di elettricità è raddoppiato (Murugesan 2008: 28) e nel solo 2012, i centri deposito dati hanno consumato globalmente 30 miliardi di watt di elettricità, ovvero quanto prodotto da 30 centrali nucleari (Floridi 2017: 244), mentre la creazione di Bitcoin (una criptovaluta supportata dalla tecnologia *blockchain*) ha un'impronta di carbonio equivalente a quella dell'intera Svizzera (Blair 2020: 3). In questo senso, anche piccoli gesti come una banale ricerca su Internet o l'invio di un'email possono avere un impatto climatico. Per ogni ricerca su Google, si stima che vengano emessi tra i 0.2 e i 7g di CO2 (Gombiner 2011: 122), mentre ogni singola email emette tra i 0.3 e i 50 g di anidride carbonica (Paoletti 2021: 36). Pur essendo molto dibattuti, i valori sono decisamente consistenti, soprattutto se considerati nel loro volume complessivo.

Una seconda categoria di fonti è invece rappresentata da studi di ecologia industriale, chimica ed eco-tossicologia in cui si quantifica l'entità degli *e-waste* e si

³⁵ Affinito, D., Gabanelli, M. (03/11/2021): <https://tinyurl.com/yc5msy6n>

illustrano i rischi connessi alla produzione e allo **smaltimento dei dispositivi**. Sebbene tra i RAEE (rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche) rientrino anche macchinari non digitali come televisori o i cosiddetti “grandi bianchi” (lavatrici, frigoriferi etc.), è il digitale ad aver innescato una loro crescita vertiginosa. Se “nel 2006 si stimava che in Europa erano stati prodotti otto-dodici milioni di tonnellate di rifiuti elettronici” (Sissa 2020: 62) nel 2014 il totale è salito a 44.4 e nel 2019 a 53.6 MT (Forti et al. 2020). La digitalizzazione ha infatti

“comportato un’esplosione di nuovi hardware dedicati alla lettura, riproduzione e conservazione [dei] contenuti: dai computer ai telefoni, dai dvd alle penne usb, dai lettori mp3 alle fotocamere, per citarne solo alcuni. (...) il digitale, anziché favorire la smaterializzazione della cultura [ha] invece stimolato la diffusione di supporti e tecnologie che hanno una loro natura materiale ben definita” (Balbi, Magaudo 2014: 7).

La moltiplicazione dei supporti e dei dispositivi è inoltre aggravata dal loro rapido tasso di obsolescenza. L'industria digitale si è infatti caratterizzata per avere un ritmo di sostituzione dei propri prodotti assai più elevato delle altre. Ciò è in parte spiegabile facendo riferimento alla rapidità dell'innovazione e dello sviluppo tecnologico che caratterizzano questo settore ancora oggi in espansione, ma vi sono anche ragioni di marketing, per cui l'obsolescenza sarebbe indotta sia attraverso stratagemmi tecnici (per esempio attraverso un rapido deperimento dei materiali o con aggiornamenti software che impongono cambiamenti hardware, cfr. Sissa 2008: 93-94) che culturali (per esempio inducendo il bisogno di modelli sempre nuovi). Gli smartphone, per esempio, vengono sostituiti mediamente ogni 21 mesi, pur potendo funzionare per almeno quattro anni³⁶. A rendere particolarmente pericoloso l'elevato tasso di crescita dei rifiuti elettronico-digitali è il problema del loro smaltimento illegale: invece di essere trattati e riciclati con procedimenti lunghi e costosi, ben l'82.6% di essi (Forti et al. 2020) viene scaricato in Paesi in via di sviluppo dove il fenomeno delle discariche digitali ha assunto dimensioni preoccupanti già da anni, specialmente in Africa e in Asia:

³⁶ Affinito, D., Gabanelli, M. (03/11/2021): <https://tinyurl.com/yc5msy6n>

“ciò che accade dunque ai rifiuti elettronici esportati in modo illegale (o quasi legale o ai limiti del legale) è proprio quanto (...) non dovrebbe accadere: che montagne di rottami contenenti bario, mercurio, ritardanti di fiamma, cadmio e piombo, vengono bruciate emanando fumi acri, densi e tossici. Cavi e circuiti stampati vengono disciolti con acidi per recuperare in modo ‘artigianale’ il prezioso rame, inquinando i fiumi e avvelenando il suolo” (Sissa 2008: 36).

Le scienze sociali, invece, si sono impegnate a contrastare il concetto stesso di dematerializzazione portando in evidenza **la materialità delle ICT digitali** sotto altri profili. Un lavoro seminale in questo senso è *The Myth of Paperless Office* (Sellen, Harper 2002), in cui gli autori dimostrano come quello dell’ufficio dematerializzato e senza carta sia un mito più che una realtà, dato il crescente uso di carta dovuto a ragioni socio-culturali come il bisogno di sicurezza associato al supporto cartaceo. Più in generale, nelle scienze sociali si può individuare una corrente etichettabile come “materialismo digitale” (Tirino 2017) in cui si analizzano “le condizioni che presiedono alla produzione, all’uso e alla dismissione dei media” (Tirino 2017: 109) rivelando dimensioni occultate dalla narrazione della dematerializzazione come lo strapotere geopolitico delle multinazionali tech e il crescente sfruttamento intensivo delle “terre rare” (Gabrys 2011; Gillespie et al. 2014). In quest’ambito, uno dei lavori più completi e importanti è *Greening the Media* di Richard Maxwell e Toby Miller (2012). I due studiosi – oltre a offrire un’ampia panoramica sui costi ambientali dell’industria mediatica, e di quella digitale in particolare – esortano i *Media Studies*, i consumatori, i produttori e le istituzioni a intraprendere una svolta epistemologica verso una prospettiva eco-materialista che tenga costantemente conto dell’impatto ambientale delle ICT e della loro materialità per favorire nuove pratiche di sostenibilità.

Un’ultima categoria di studi relativi all’impatto ambientale delle ICT tende a spiegare il fenomeno ricorrendo a teorie di stampo economicista, collocandosi a metà strada tra scienze naturali e sociali. Al nucleo di questi lavori ci sono gli **effetti di rimbalzo** (*rebound effects*), ovvero quel fenomeno per cui ad un miglioramento tecnologico in termini di efficienza energetica non subentra il risparmio delle risorse bensì un aumento del loro consumo. Tale paradosso, già osservato nel 1865 dall’economista

britannico William Stanley Jevons a proposito dell'efficiamento apportato dal carbone nella macchina a vapore, è particolarmente marcato nelle ICT digitali dove l'ottimizzazione di molti processi socio-economici (si pensi al già citato caso in cui videoconferenze e telelavoro permettono di evitare spostamenti fisici) è compensato da un "rimbalzo" verso altri consumi, come per esempio viaggi di turismo o riscaldamento domestico (cfr. Plepys 2002, Gossart 2015). Inoltre, il semplice avvento delle ICT ha implicato la nascita di interi settori, come ad esempio le facoltà universitarie di informatica, o la loro evoluzione (come nel caso della finanza) contribuendo alla indubbia crescita del sistema sociale nel suo complesso e quindi del suo impatto ambientale.

In conclusione, sembra che le ICT abbiano un ruolo ambivalente nella crisi ecologica, nella quale esse giocano al contempo il ruolo di problema e di soluzione. Sebbene tutte le industrie mediali presentino dei costi ecologici, quella digitale ha incarnato il "paradosso della materialità" (Schor, White 2010: 40-41) come nessun'altra. Tale ambivalenza è efficacemente riassunta nelle parole di Luciano Floridi secondo cui la nostra società sta "assumendo un rischio tecnologico calcolato: contiamo sul fatto che le ICT procurino benefici all'ambiente in modo più significativo e più rapido di quanto causino a esso danni, e che vi sia sufficiente tempo affinché tale rischio calcolato sia ripagato" (Floridi 2017: 245). Progettare e perseguire la sostenibilità ambientale attraverso il digitale resta quindi una scommessa il cui esito è ancora da scoprire. Nel frattempo, data l'impossibilità di determinare se il saldo ambientale del digitale sia positivo o negativo, vale la pena considerare altre dimensioni del rapporto tra ambiente e digitale. Il prossimo paragrafo indirizza questo tentativo presentando gli approcci teorici necessari a tale operazione.

2.3 Oltre l'impatto. Dall'ecologia dei media agli *STS*

Come illustrato nei due paragrafi precedenti, la principale dimensione del rapporto tra ambiente e digitale presa in considerazione dal discorso pubblico e approfondita sul piano scientifico riguarda l'impatto ecologico – positivo o negativo, diretto o indiretto – che le tecnologie digitali possono avere sull'ambiente. Pur essendo un'operazione importante, quantificare l'impatto ambientale delle ICT rischia di diventare un'impresa disperata a causa della sua complessità e dell'arbitrarietà con cui gli

studi di valutazione ambientale devono necessariamente selezionare le troppe variabili in gioco. Può quindi essere opportuno superare tale approccio, individuando altri assi su cui impennare la relazione tra ecologia e media digitali. Come accennato nell'introduzione, il presente lavoro avanza un tentativo in questo senso, articolando il rapporto tra ambiente e digitale in due categorie analitiche a cui afferiscono quattro processi, ognuno indagato attraverso uno specifico approccio teorico e taglio disciplinare, secondo il seguente schema:

Categorie analitiche	Processi	Approcci teorici	Campi disciplinari
1. Digitalizzazione dell'ecologia	1. utilizzo del digitale nello studio scientifico dell'ambiente	Ecologia delle Infrastrutture (EI)	Sociologia della scienza, STS
	2. utilizzo del digitale nella partecipazione alla questione ambientale	Actor-Network Theory (ANT)	Sociologia dei media, sociologia dell'ambiente, sociologia politica, STS
2. Ecologizzazione del digitale	3. le diverse strategie sociotecniche per la mitigazione dell'impatto ambientale delle ICT digitali	Social Construction of Technology (SCOT)	Sociologia della tecnica, sociologia dei media, STS
	4. lo sviluppo delle ICT digitali in termini di ambienti informazionali	Ecologia dei Media (EM)	Sociologia dei media e della comunicazione, sociologia della cultura

L'obiettivo di questa sezione è di introdurre i suddetti approcci teorici e di contestualizzarli nei rispettivi campi disciplinari, così da facilitarne l'impiego nel corso del terzo e del quarto capitolo, dove verranno ripresi ed applicati in specifico riferimento alle categorie analitiche dell'ecologia digitale e dei media ecologici. Per questo motivo, le quattro prospettive teoriche verranno presentate sinteticamente e senza pretesa di esaustività, ma solo in funzione dei concetti mobilitati successivamente. Ciò sarà particolarmente evidente nei paragrafi relativi alla *Actor-Network Theory* e alla *Social*

Construction of Technology, due approcci che, pur risultando particolarmente adatti alla trattazione delle categorie proposte in questo elaborato, le toccano solo tangenzialmente. L'impiego della ANT e della SCOT nel terzo e soprattutto nel quarto capitolo avrà quindi un carattere sperimentale che si traduce, nei prossimi paragrafi, nel richiamo a pochi concetti fondamentali. Alle pagine seguenti è inoltre affidato il compito di chiarire il ricorso della parola "ecologia" in espressioni quali "ecologia delle infrastrutture" ed "ecologia dei media". Per farlo, è opportuno partire proprio da quest'ultima che, rappresentando il capostipite degli approcci "ecologici" allo studio degli artefatti comunicativi, permette di illustrare i concetti fondamentali di questa "ibridazione concettuale" (Pellegrino 2009).

2.3.1 L'ecologia dei media

Coniata nel 1970 dal mediologo americano Neil Postman, l'espressione "ecologia dei media" (EM, *Media Ecology* in inglese) indica "lo studio dei media in quanto ambienti" ovvero del "modo in cui essi influenzano la percezione e la conoscenza, le emozioni e i valori umani" (Postman 1970: 161, cit. in Granata 2015: 11). Nell'introdurre la fortunata metafora dei media come ambienti, Postman intendeva raccogliere e sistematizzare sotto un'unica voce quel vasto e variegato insieme di studi che vedevano nelle tecnologie della comunicazione non un semplice strumento o canale, bensì un fattore di funzionamento e cambiamento sociale di importanza paragonabile alla conformazione o al clima di un territorio. Rientrano in quest'impostazione autori anche molto distanti tra loro come, tra gli altri, Lewis Mumford, Jacques Ellul, Walter Benjamin, Edward Hall, Marshall McLuhan, Harold Innis, Walter Ong, Gregory Bateson e lo stesso Postman. Ad accomunare questi studiosi è infatti l'interesse per il rapporto tra tecnica, comunicazione e cultura, vero *trait d'union* di un'ecologia dei media nella quale è poi possibile individuare tematiche più specifiche e ricorrenti. Tra queste, le principali provengono dalla Scuola di Toronto, epicentro della **Medium Theory** (cfr. Trerè 2019: 39) in cui vennero elaborate da autori quali Innis, McLuhan e Ong la "cosiddetta concezione protesica della tecnica che consiste nel considerare ogni invenzione o artefatto come una sorta di prolungamento, estensione o protesi delle facoltà umane" (Granata 2015: 16) e la "storicizzazione del sensorio, l'idea cioè che la sfera sensoriale umana sia per molti versi influenzata dalle forme espressive caratteristiche di ogni epoca storica o cultura" (ivi: 17).

Nonostante l'importante contributo apportato da questi studi alla sociologia della cultura e della comunicazione, l'ecologia dei media e la Medium Theory hanno raccolto, nel corso del tempo, anche diverse critiche. Oltre a questioni di carattere formale (come lo stile aforistico, profetico, anti-accademico e sopra le righe di autori "pop" come McLuhan), sono state sollevate anche questioni di merito, tra cui spiccano quelle relative al determinismo e al riduzionismo tecnologico, intesi come tendenza a postulare il rapporto uomo-macchina o media-società in maniera universale e trascendente, con la tecnica e i suoi dispositivi che, ovunque e comunque, finiscono col prevalere sull'uomo imponendosi quali principali vettori di cambiamento sociale. Un classico esempio è dato dalle teorie di Innis e McLuhan secondo cui, per spiegare i più importanti mutamenti della struttura e dell'organizzazione sociale, è sufficiente guardare all'introduzione di media come la pergamena, la carta, la radio o la TV. Ma un'impronta tecno-riduzionista è rintracciabile anche in quegli autori che, più di recente, si sono dedicati all'analisi dei media digitali rivendicando l'eredità della *media ecology*. Studiosi come il già citato Nicholas Carr (cfr. §1.2.4) per esempio, si concentrano sull'impatto sociale delle nuove tecnologie e sui cambiamenti che esse apportano, sottolineando l'inarrestabilità e l'omogeneità di un processo nel quale sembra che l'uomo perda completamente la sua capacità di *agency*.

È soprattutto alla luce di queste criticità che l'approccio ecologico allo studio degli artefatti comunicativi si è spinto verso posizioni più soft e meno deterministe, nelle quali è però ancora forte il portato metaforico dell'ecologia *tout court*. Oggi, adottare una prospettiva ecologica sui media significa innanzitutto scegliere

“una prospettiva evolutiva, dinamica, ovvero diacronica, che considera il cambiamento, la trasformazione, come processi chiave. Studiare le ecologie di artefatti significa allora puntare l'attenzione non su un artefatto tecnologico singolo, dato una volta e per sempre (“la televisione”, “il cellulare”); piuttosto, le ecologie di artefatti rappresentano microsistemi di relazioni tra vari elementi che interagiscono tra loro in modo competitivo, sostitutivo e simbiotico; artefatti che si adattano al loro “intorno” attraverso relazioni dinamiche,

sopravvivendo in nicchie funzionali o colonizzando più vasti ambienti”
(Pellegrino 2009: 185).

Nella più recente ecologia dei media emergono quindi nuovi temi-chiave, come l’evoluzione dell’**ecosistema mediale** (Ortoleva 1995) e delle sue “specie mediatiche” (Scolari 2020) secondo dinamiche non più lineari bensì improntate alla rimediazione (cfr. §1.2.5), alla dialettica tra vecchio e nuovo e tra online e offline, come suggerito dall’idea di una “infosfera” *onlife* (Floridi 2017: 27-98). Altro argomento di recente interesse riguarda la crescente disseminazione spaziale dei media nell’ambiente fisico, la cui identità viene crescentemente definita proprio dalla presenza mediale come suggerito dal concetto di *mediascape* (Appadurai 1990) e dagli studi sulla “geologia dei media” (Parikka 2015). “Ecologia dei media” è quindi un’espressione polisemica, un’etichetta che denota un campo di studi vasto ed eterogeneo ma nondimeno essenziale per capire i media e la loro evoluzione proprio a partire dal rapporto, più o meno figurato, che essi intrattengono con l’ambiente. Alla luce di ciò, questa prospettiva verrà utilizzata, nell’economia del presente lavoro, per descrivere l’evoluzione ambientale dei media digitali e per discutere la possibilità di implementare strategie di sostenibilità digitale in risposta ai problemi posti dai nuovi media.

2.3.2 L’ecologia delle infrastrutture

Altri contributi originali nello studio ecologico delle ICT sono provenuti dagli *Science and Technology Studies* (STS), un variegato filone della sociologia della conoscenza scientifica e della tecnica che, soprattutto a partire dagli anni Ottanta, ha sfidato il determinismo tecnologico e il suo focus sull’impatto sociale delle tecnologie. Gli STS, infatti, prediligono l’analisi dei processi che portano alla creazione, alla modificazione, al successo e al fallimento (in una parola, all’articolazione) degli oggetti e delle scoperte tecnoscientifiche, di cui non è postulato un impatto universale, uguale per tutti, sempre e dovunque – bensì un uso situato, particolare e localizzato da riscontrare empiricamente. Negli STS, “il riflettore non è puntato sulla tecnologia, ma sulle attività umane servite dalla tecnologia” (Nardi, O’Day 1999: 49, tda). In questo campo di studi, i contesti e i fattori sociali hanno un’influenza sullo sviluppo tecnologico che è almeno equivalente a quello di quest’ultimo sulla società: non si tratta più di due poli separati e

subordinati, ma piuttosto di un *continuum* in co-evoluzione, dove l'*agency* riconosciuta agli artefatti tecnoscientifici (Latour 1998) è in continua relazione e in costante retroazione con l'azione dei gruppi sociali. Più in generale, gli STS mettono in discussione tutte le dicotomie moderne – come appunto quelle tra tecnologia e società, tra scienza e tecnica, ma anche tra natura e cultura – prediligendo invece l'ibrido come categoria concettuale.

L'approccio teorico che meglio è riuscito, nell'ambito degli STS, a evidenziare la profonda socialità e relazionalità che caratterizza gli artefatti comunicativi è rappresentato dalla cosiddetta ecologia delle infrastrutture (EI), che ha negli studiosi americani Susan Leigh Star e Geoffrey Bowker alcuni dei suoi principali esponenti. Abbiamo già visto (§1.2.2) che, nell'ambito della comunicazione, per infrastruttura si intende quell'insieme di mezzi materiali e di principi organizzativo-classificatori funzionali alla trasmissione delle informazioni. Studiare le infrastrutture in maniera ecologica significa quindi osservarne gli usi, gli sviluppi, le condizioni di successo o fallimento, tenendo in considerazione le relazioni che si creano tra tutti gli attori, umani e non-umani, coinvolti nel processo. Secondo questa prospettiva, infatti

“l'unità d'analisi deve essere sistemica e deve includere tutti gli elementi compresi in un processo. Essa ricopre uno spazio ecologico in cui le linee divisorie tra persone, computer, cose, ambienti non sono date per scontate, ma devono essere riscontrate empiricamente. (...) Ogni processo è visto all'interno del suo proprio carattere relativo e quindi situato in uno specifico luogo, in spazi propri e in un tempo specifico. (...) Assumere tutti gli attori e le entità in gioco come rilevanti significa prendere in considerazione i discorsi e le narrative di tutti i partecipanti, siano essi considerati importanti e che riflettano il discorso istituzionale, siano essi marginali, esclusi, nuovi arrivati” (Mongili 2015: 44-45).

Nelle parole di Star,

“un vantaggio dell'analisi ecologica è che essa non attribuisce alcun primato epistemologico a un determinato punto di vista; per esempio,

la prospettiva degli amatori non è inerentemente migliore o peggiore di quella dei professionisti (...). La prospettiva ecologica è antiriduzionista nel senso che l'unità d'analisi è l'intera impresa, non semplicemente il punto di vista dell'amministrazione dell'università o degli scienziati professionisti" (Star, Griesemer 1989: 389, tda).

Osservare le infrastrutture con sguardo ecologico significa quindi evidenziarne le caratteristiche relazionali, ovvero i tipi di rapporto che esse creano con gli attori umani e non-umani (cfr. Mongili, Pellegrino 2014). Per sottolineare l'importanza di questo aspetto relazionale, Star e Ruhleder (1996: 112) citano Gregory Bateson e la sua "ecologia della mente" (1973) secondo cui "ciò che può essere studiato è sempre una relazione o una regressione infinita di relazioni. Mai una «cosa»" (tda). La **relazionalità delle infrastrutture** si riscontra in tutte le loro principali caratteristiche: esse sono infatti 1) "incorporate" in altre strutture sociotecniche e 2) "costruite su basi installate" secondo il principio della modularità; le infrastrutture sono inoltre 3) "trasparenti" perché 4) "apprese" dai membri di un gruppo e 5) "legate" alle loro convenzioni; in quanto tali, esse diventano 6) "visibili" solo in seguito a guasti, malfunzionamenti o altre perturbazioni della routine; infine, le infrastrutture 7) "incorporano standard" e 8) hanno una "ampiezza o portata" tale da trascendere un preciso spazio-tempo³⁷. Il compito del ricercatore consiste quindi nel mettere in evidenza queste caratteristiche delle infrastrutture, che vanno rovesciate compiendo una "inversione infrastrutturale" (Bowker 1994) in grado di ricostruirne la genesi, di metterne in risalto le proprietà e la struttura narrativa.

Ogni infrastruttura dell'informazione, analogica o digitale che sia, si basa infatti su dei principi di classificazione che, sulla base dei valori, dei principi, degli interessi e degli obiettivi del gruppo sociale da cui discendono, producono dinamiche di inclusione e/o esclusione verso cose, fatti e persone (Mongili, Pellegrino 2020: 136-139): "nel caso degli elenchi telefonici, per esempio, (...) quelli che elencano solo i cognomi dei mariti per le coppie sposate indicano una società sessista ed etero-orientata" (Star 1999: 378). Altro tema di particolare interesse per l'EI riguarda la **tensione tra locale e globale**. Nello specifico, è stato evidenziato che protocolli e standard dalla vocazione universalista e totalizzante si scontrano spesso con resistenze situate e contingenze locali. Un esempio è

³⁷ Le caratteristiche delle infrastrutture citate sono elencate in Star, Ruhleder 1996: 113, tda.

dato dal lavoro di Timmermans e Berg (1997) in cui i due autori evidenziano come in medicina la standardizzazione possa conseguire soltanto una “universalità locale”, dato che i protocolli medici, formalmente universali, vengono nella pratica costantemente riadattati in base alle esigenze locali e individuali. Di fronte alle resistenze e alle circostanze locali, le infrastrutture possono adeguarsi, delineandosi come oggetti/infrastrutture liminali in grado di sopravvivere al confine tra mondi sociali diversi, oppure soccombere e fallire (cfr. Pellegrino 2014). Il concetto di oggetto liminale (*boundary object*, cfr. Star 2010) è stato infatti “introdotto da Leigh Star per spiegare il fatto che in molti casi gruppi o individui diversi collaborino assieme senza raggiungere alcun consenso sull’uso o il significato del dispositivo tecnico che li connette, costituendo allo stesso tempo una frontiera fra essi” (Mongili 2015: 53). Infine, derivando dalla sociologia interazionista e fenomenologica, l’EI presta attenzione alle attività ordinarie degli attori, alla loro vita quotidiana, alle loro pratiche lavorative e al loro **senso comune** in quanto unici campi accessibili per l’osservazione sociologica ed etnografica.

Data l’importanza fondamentale delle infrastrutture dell’informazione per il progresso scientifico, la letteratura basata su questo approccio si è spesso concentrata sull’osservazione degli scienziati, dei laboratori e di strutture affini come musei e centri di ricerca, nonché dei sistemi informativi utilizzati in questi ambiti. Non a caso, il concetto di oggetto liminale nasce da uno studio in chiave storica condotto da Star e Griesemer (1989) in un museo di zoologia dei vertebrati dove i diversi gruppi sociali presenti (scienziati, amatori, burocrati, collezionisti etc.) erano giunti a formulare un sistema di etichettatura degli esemplari che rispondesse alle esigenze di ognuno. Per questo motivo, nel presente lavoro, l’EI verrà utilizzata come approccio principale per osservare il ruolo infrastrutturale del digitale nella produzione di sapere ecologico e ambientale. Ciò consentirà di offrire, nel più generale campo della sociologia della scienza, i lineamenti di una sociologia della scienza ecologica (cfr. §3.1.1).

Prima di procedere con le prossime prospettive, è bene ribadire che nell’ecologia dei media e delle infrastrutture, la parola “ecologia” indica una questione di metodo sociologico, non di contenuto. Il fatto che in questo lavoro tali approcci ecologici vengano utilizzati per analizzare il rapporto tra ambiente e digitale rappresenta quindi una scelta

epistemologica e metodologica libera e non obbligata: occorre tenerlo presente per evitare equivoci.

2.3.3 La Actor-Network Theory

Oltre all'EI, nell'orbita degli STS sono rintracciabili almeno altri due approcci utili all'analisi del rapporto tra tecnologia e società: l'*Actor-Network Theory* (ANT) e la *Social Construction of Technology* (SCOT). Si tratta di filoni teorici emersi pressoché contemporaneamente, a partire dagli anni Ottanta, ed accomunati dall'interesse per la tecnologia, sino ad allora relativamente isolata dall'analisi sociologica che prediligeva lo studio sociale della conoscenza scientifica. ANT e SCOT, tuttavia, nutrono interessi differenti nei confronti della tecnologia, che si traducono in lavori di ricerca ben diversi. La ANT, la teoria dell'attore-rete ispirata principalmente dal francese Bruno Latour, “considera come propri oggetti d'analisi insieme in cui tecnologia ed elementi sociali appaiono in una forma del tutto ibrida. Rispetto a questo ibrido è interessante (...) provare a determinare i modelli di relazione e di *agencement*. (...) Umani, nonumani, tecnologie, conoscenze, sono solo nodi di una rete di relazioni interconnesse” (Mongili 2015: 40). La ANT ha rappresentato un approccio rivoluzionario proprio per aver incluso nell'analisi sociologica gli oggetti e la tecnologia che, sino ad allora, rappresentavano le “masse mancanti” negli studi sociali (Latour 2006). Inoltre tale inclusione, contrariamente a quella già operata dagli autori della Medium Theory (cfr. § 2.3.1), si caratterizza per un marcato ed esplicito orientamento anti-determinista. Pur presentandosi come un approccio materialista e non-rappresentazionalista, la ANT non reifica le tecnologie al punto da attribuirgli un'essenza *a priori*: per quanto inclusi nell'analisi delle dinamiche sociali, gli artefatti tecnologici non ne diventano i protagonisti assoluti, ma solo gli anelli di una catena composta da attori umani e non-umani.

Tra i concetti fondamentali della ANT vi è lo *script*, vale a dire **il copione tecnico** (o programma d'azione) con cui, in fase di progettazione, vengono suddivise tra macchine e umani le diverse mansioni necessarie allo svolgimento dell'azione tecnica. Quest'ultima potrà realizzarsi efficacemente solo se capace di trascendere l'utente ideale e lo spazio-tempo ottimale per cui è stata progettata, articolandosi di volta in volta: in questo senso, l'ANT sottolinea che non esiste “un semplice *rapporto* tra le ‘persone’ e le ‘tecnologie’.

Vi sono persone e persone, tecnologie e tecnologie, e rapporti ognuno diverso dall'altro" (Mongili 2015: 42). Un'operazione necessaria al successo di una tecnologia messa in luce dalla ANT è quindi la sua adeguata "messa in contesto" (Latour 1996), ovvero la necessità di **adattare il contesto sociotecnico** alla ricezione di un'innovazione, altrimenti destinata a fallire. La ANT ha inoltre dimostrato che nell'impiego dei dispositivi sono spesso rilevabili elementi di fragilità e incoerenza: "i dispositivi e le reti sociotecniche, anche le più sofisticate e complesse, proprio per il loro carattere eterogeneo e di assemblaggi, si rivelano sempre provvisorie e necessitano di continui aggiustamenti e spesso di riparazioni" (Mongili 2015: 43). Ciò tuttavia non è sempre possibile: spesso gli artefatti tecnologici, soprattutto quelli di uso più comune e meno specialistico, si presentano come delle *black boxes* (Latour 1998), scatole nere chiuse e inaccessibili, non facilmente manipolabili dall'utente.

Tutti questi temi, e in particolare l'attenzione all'*agency* del **non-umano**, rendono la ANT un approccio particolarmente adatto ad analizzare il ruolo del digitale nelle pratiche dell'ecologia sociale e politica. Gli strumenti digitali possono infatti mediare l'intervento dell'uomo sull'ambiente e la partecipazione pubblica al problema ambientale in diversi modi: alcuni di questi li abbiamo già visti nel §2.1 a proposito dell'immaginario *green* del digitale secondo cui il semplice utilizzo del digitale rappresenterebbe un atto ecologico di per sé; altri li vedremo nel §3.1.2 e nel §4.2 per valutare il ruolo del non-umano digitale nell'azione ecologica e le sue implicazioni sul processo partecipativo alla questione ambientale.

2.3.4 La Social Construction of Technology

Il quarto e ultimo approccio teorico di cui si avvale il presente lavoro è dato dalla *Social Construction of Technology* (SCOT), una prospettiva che ha tra i suoi principali esponenti lo studioso olandese Wiebe Bijker e che si concentra in particolar modo sull'**evoluzione storica degli artefatti** e degli apparati sociotecnici. Mentre la ANT si caratterizza per un approccio sincronico allo studio della tecnologia, la SCOT predilige una dimensione diacronica e storica, pur essendo entrambe interessate in ultima analisi alle dinamiche di stabilizzazione dell'attore-rete (ANT) e degli artefatti e dei quadri tecnologici (SCOT). L'approccio SCOT, infatti, rifiuta l'idea delle innovazioni

tecnologiche come soluzioni definitive e come prodotti del genio individuale, opponendo a questa visione tipicamente *mainstream* concetti come quelli di “gruppi sociali rilevanti”, “flessibilità interpretativa”, “stabilizzazione” e “quadro tecnologico”. Paradigmatico di questo filone di studi è lo studio di Bijker (1995) sull’evoluzione della bicicletta, artefatto che nasce ad uso sportivo per le élite e che nel giro di pochi decenni diventa mezzo di trasporto tipicamente operaio, cambiando radicalmente le proprie caratteristiche. Questo e altri cambiamenti nei quadri tecnologici (cfr. Bijker et al. 2012; Bijker, Law 1992) sono possibili, secondo la SCOT, proprio grazie alla capacità dei gruppi sociali di dar forma agli artefatti sulla base delle proprie interpretazioni, necessità, interessi e valori. Alla luce di questo presupposto, l’innovazione tecnologica risulta essere un processo in continuo mutamento in cui è possibile individuare solo delle fasi di stabilizzazione e cristallizzazione degli usi tecnologici che sono tuttavia destinate a terminare nel momento in cui emergono nuovi interessi sociali e nuove pratiche. Pur consapevole del fatto che la tecnologia dà forma alla società introducendo obbligazioni in grado di creare nuovi gruppi sociali, pratiche e identità, la SCOT si concentra, come suggerisce il nome, sui fattori sociali che risultano determinanti nell’evoluzione degli artefatti: tra tecnologia e società vi sarebbe dunque una co-costruzione nella quale non è possibile individuare due poli distinti e in relazione subordinata bensì un ordito, un tessuto i cui fili si intrecciano in maniera indistinguibile (*seamless web*).

L’approccio SCOT fornisce quindi una prospettiva ideale da cui osservare diacronicamente i diversi modi e le varie logiche con cui i dispositivi e le infrastrutture digitali si sono evoluti nel corso del tempo per diminuire il proprio impatto ambientale. Tale analisi, proposta nel quarto capitolo, consentirà di tornare sulla questione dell’impatto ecologico delle ICT vista in questo capitolo fornendone però una lettura qualitativa. Da una prospettiva sociologica, infatti, non interessa stabilire il saldo delle ICT in termini di benefici e costi ambientali, bensì individuare le diverse pratiche sociotecniche di *greening* e mitigazione attraverso cui i gruppi sociali rilevanti possono portare a cambiamenti nello sviluppo dei dispositivi e degli apparati tecnologici.

CAPITOLO III

ECOLOGIE DIGITALI E MEDIA ECOLOGICI: UNA *LITERATURE REVIEW*

Quantificare l'impatto ambientale delle ICT, e di quelle digitali in particolare, rappresenta una questione di cruciale importanza perché, come illustrato nel precedente capitolo, le tecnologie digitali possono smaterializzare o quantomeno ottimizzare diversi processi socio-economici, diminuendone l'impatto ecologico. Tuttavia, l'impiego di risorse ed energia richiesto dalla loro produzione e dal loro utilizzo rischia di compensare, e persino di superare, i supposti vantaggi ambientali. Stabilire il saldo ecologico tra costi e benefici apportati dalle ICT digitali è quindi un obiettivo importante per determinare il rapporto tra esse e l'ambiente dal punto di vista quantitativo. Tale operazione, che pertiene al campo delle scienze dure e alla quale le scienze sociali contribuiscono in maniera piuttosto marginale, appare tuttavia di difficile realizzazione: la vastità del settore digitale, così come la molteplicità e la concatenazione dei suoi effetti, non permettono misurazioni esatte, ma solo stime caratterizzate da una certa arbitrarietà in uno scenario che, peraltro, è in continua evoluzione. Non a caso la letteratura di riferimento, pur convenendo su alcuni punti, riporta valori contrastanti e manca di consenso.

Alla luce di questa indeterminatezza, può essere utile provare a indirizzare il rapporto tra ambiente e digitale in altri termini, ponendosi domande che travalichino la questione dell'impatto per privilegiare altre dimensioni e prospettive. Dato il loro modesto contributo nella quantificazione di flussi energetici e materiali, le scienze sociali potrebbero quindi privilegiare l'osservazione del rapporto tra ambiente e digitale e delle sue implicazioni in altri campi, come per esempio nella produzione di sapere scientifico, nella partecipazione pubblica, e nell'evoluzione stessa delle ICT e delle loro pratiche di utilizzo. Varrebbe la pena, in questo senso, chiedersi se le tecnologie digitali abbiano cambiato il modo in cui gli scienziati studiano l'ambiente; quali opportunità e limiti partecipativi siano iscritti nei media digitali utilizzati nella *governance* ambientale; quali

siano le strategie sociotecniche attuate per mitigare il loro impatto ambientale; e infine, se l'ecologia possa insegnarci qualcosa rispetto allo sviluppo, passato e futuro, del digitale. Sono queste alcune delle principali domande indirizzate dalle due categorie analitiche proposte in questo lavoro, ovvero la digitalizzazione dell'ecologia e l'ecologizzazione del digitale. La prima categoria intende concentrarsi sull'evoluzione digitale dell'ecologia, intesa sia come pratica scientifica che socio-politica. Le tecnologie digitali, infatti, mediano la conoscenza dell'ambiente e l'azione su di esso in numerosi modi che vale la pena esplorare e approfondire per valutare l'ipotesi che il perdurare della crisi ecologica sia, almeno in parte, riconducibile a modalità caratteristiche dell'ecologia digitale. La seconda categoria, invece, rovescia la prospettiva, provando a valutare i modi in cui l'attenzione verso l'ambiente abbia influito, o possa farlo in futuro, sull'evoluzione dei media digitali e del loro utilizzo. L'ecologia può, in questo senso, fungere da lente attraverso cui leggere lo sviluppo delle società digitali ed eventualmente risolverne i problemi.

In letteratura, le tematiche dell'ecologia digitale e dei media ecologici sono analizzate raramente e quasi mai in maniera esplicitamente sociologica. Piuttosto, ad esse si fa quasi sempre riferimento in maniera collaterale, in lavori incentrati su altri temi e appartenenti a campi disciplinari anche molto distanti tra loro. L'obiettivo dei prossimi paragrafi sarà quindi quello di offrire e sistematizzare una *literature review* che sia in grado di presentare lo stato dell'arte relativo alla digitalizzazione dell'ecologia e all'ecologizzazione del digitale prima di procedere, nel quarto capitolo, alla presentazione dei risultati della ricerca condotta su questi temi e al loro confronto con la letteratura esistente.

3.1 Digitalizzazione dell'ecologia: la crisi ambientale è un problema digitale?

L'ecologia, intesa sia come studio dell'ambiente sia come partecipazione al problema ambientale, è sempre più caratterizzata dal ricorso a tecnologie digitali che, nel senso comune, dovrebbero permettere di osservare, misurare e comprendere i fenomeni naturali con maggiore precisione e velocità, nonché di intervenire su di essi con particolare efficacia. L'obiettivo dei prossimi due paragrafi è quello di prendere in esame

le fonti di questo “dato per scontato” e di problematizzarlo ricorrendo alla letteratura e, dove possibile, agli approcci teorici presentati nel §2.3, così da far emergere le pratiche reali, i problemi e le dissonanze che caratterizzano l’ecologia digitale. Ciò permetterà di prendere in considerazione l’ipotesi che, almeno in una certa misura, la crisi ambientale sia *anche* una questione digitale.

3.1.1 Il digitale nelle scienze ambientali

Secondo un sentire abbastanza diffuso, la scienza ha tratto un gran vantaggio dall’avvento delle tecnologie digitali poiché queste permetterebbero di effettuare misurazioni più accurate, rilievi sul campo più veloci e calcoli più complessi, nonché di facilitare e favorire la comunicazione tra i membri e le istituzioni della comunità scientifica. Anche l’ecologia e le altre scienze ambientali hanno abbracciato questa visione con fermezza, ricorrendo intensivamente alle tecnologie informatiche per lo studio e il monitoraggio dell’ambiente sin dagli albori del digitale. Le prime applicazioni informatiche relative a questioni ambientali risalgono infatti già agli anni Cinquanta, quando sui computer *mainframe* venivano elaborati **modelli numerici** per la gestione delle acque e, successivamente, per il monitoraggio della qualità dell’aria (Hilty 2014). Da allora la modellazione – che consiste in un vasto insieme di tecniche matematiche, statistiche e algoritmiche teso a delineare possibili scenari futuri attraverso l’elaborazione informatica di una gran mole di dati – ha assunto una rilevanza sempre maggiore. Già nel 1972, per esempio, i modelli digitali venivano utilizzati in una delle più influenti pubblicazioni dell’ecologia moderna, il *Rapporto sui limiti dello sviluppo*, mentre oggi vengono impiegati in ogni ambito ecologico che necessita di proiezioni probabilistiche, come per esempio l’idrologia che se ne avvale per prevedere fenomeni alluvionali o la climatologia che ne fa largo uso per studiare e affrontare i cambiamenti climatici. Per inciso, è significativo in tal senso che il premio Nobel per la fisica sia stato conferito nel 2021 a Syukuro Manabe e Klaus Hasselmann proprio per le loro ricerche su modelli climatici e il riscaldamento globale³⁸. Altre due piccole ma significative testimonianze del lungo sodalizio tra informatica ed ecologia risalgono sempre agli anni Settanta, quando la Società Americana di Cibernetica dedicò il suo quarto simposio annuale (1970)

³⁸ ANSA (06/10/2021): <https://tinyurl.com/4b8zuact>

interamente alla gestione automatica dei sistemi ecologici e quando venne pubblicata la prima monografia sulle applicazioni informatiche per l'ambiente, intitolata *Computer Techniques in Environmental Science* (Ouellette et al. 1975). Già da diversi decenni, quindi, l'ecologia si avvale di un gran numero di strumenti e metodologie informatiche che sono confluite in una specifica disciplina oggi denominata informatica ambientale (*Environmental Informatics*).

L'uso del digitale nelle scienze ambientali, tuttavia, non si esaurisce nella modellazione e nell'apparato software che essa richiede. Negli ultimi anni si sono infatti dischiuse tante nuove possibilità grazie allo **sviluppo hardware** di tecnologie e sensori digitali che permettono di acquisire dati e misurazioni in maniera “maggiore, migliore, più veloce e più economica” (Arts et al. 2015: 662, tda). Gli strumenti digitali di cui si può avvalere l'ecologia sono svariati: dai semplici smartphone alle più complesse cellule satellitari installate su animali, dalle fototrappole ai droni, dai robot sottomarini ai satelliti spaziali, sono numerosi i dispositivi di nuova generazione che consentono “un monitoraggio dell'ambiente naturale più frequente, su una scala spaziale maggiore, ad una risoluzione migliore” (ivi: 663, tda), permettendo inoltre di raggiungere luoghi pericolosi o inaccessibili e di acquisire dati in tempo reale e automaticamente. Le implicazioni di questa evoluzione tecnologica sono particolarmente evidenti nel campo della zoologia e dell'osservazione faunistica³⁹, dove il digitale funge da “microscopio” del mondo vivente (Verma et al. 2015: 654) consentendo di analizzare comportamenti animali spesso nascosti, come i rituali di corteggiamento, accoppiamento e nidificazione. Inoltre, “le informazioni di monitoraggio vengono presentate e rese disponibili come mappe su Internet attraverso sistemi di informazione geografica [*Geographic Information System, GIS*], spesso in combinazione con formati di presentazione che rendono l'informazione ambientale accessibile e comprensibile anche ai non-esperti” (Mol 2008: 112, tda). Un altro aspetto della digitalizzazione dell'ecologia, strettamente collegato a quanto detto finora, riguarda il diffondersi della *citizen science* e, più in generale, l'inclusione di attori non professionisti nella ricerca scientifica. La democratizzazione della tecnologia, nel senso dell'ampia diffusione di dispositivi e infrastrutture digitali, ha infatti eroso il monopolio delle grandi istituzioni di ricerca, le uniche in grado di disporre

³⁹ Hance, J. (05/12/2011): <https://tinyurl.com/2x9ujhm>

di determinati mezzi e risorse, consentendo a cittadini appassionati ma anche a non-esperti o ad organizzazioni non-statali di contribuire alla raccolta dei dati in certe iniziative scientifiche che si sono così potute avvalere di un grande lavoro collettivo. Una conseguenza diretta di questo impetuoso potenziamento tecnologico nella scienza è stata **l’espansione e l’integrazione delle banche dati**: l’elaborazione dei cosiddetti *big data* “implica la connessione dei dataset, per cui stanno emergendo molte iniziative per promuovere la standardizzazione e l’inter-operabilità tra fonti eterogenee” (ivi: 665, tda). La datificazione digitale della ricerca scientifica pone tuttavia anche seri problemi (cfr. Leonelli 2018). I dati raccolti digitalmente possono infatti essere distorti e poco rappresentativi perché, nonostante la mole inedita che ne può essere raccolta, ci sono forti disparità in termini di dotazioni digitali tra le diverse zone del mondo. In questo processo, inoltre, diventa quanto mai rilevante il ruolo delle grandi *corporation* tecnologiche che sono proprietarie delle infrastrutture attraverso cui i dati sono raccolti e possono quindi esercitare su di esse un potere semi-monopolistico disponendone come vogliono.

Infine, come pressappoco in ogni altro settore scientifico e non, anche nella comunità degli scienziati ambientali il digitale ha assunto il ruolo di **mezzo di comunicazione** per eccellenza. I media digitali permettono infatti non solo di raccogliere ed elaborare dati, ma anche di archivarli, consultarli e scambiarli su scala globale con grande rapidità e, anche in questo caso, attraverso molteplici modalità. Dalle semplici email ai primi computer network, dalle librerie online ai laboratori virtuali, dagli archivi cloud ai social network specificamente pensati per il mondo della ricerca, il digitale offre una miriade di strumenti in grado di attivare e favorire la collaborazione all’interno della comunità scientifica (Blair 2020: 2) nonché il reperimento delle fonti e delle informazioni strutturate in un ipertesto che ha avuto un importante effetto trasformativo sulla pratica scientifica (Buffardi, de Kerckhove 2011).

Tuttavia, la digitalizzazione dell’ecologia appare come un processo assai meno lineare e scontato se ci si colloca nel campo della **sociologia della scienza**. Prima di procedere in questo senso è bene precisare che oggetto e obiettivo di questa disciplina non sono i fatti scientifici in sé o la loro veridicità, bensì le dinamiche che presiedono alla loro produzione e gli effetti che ne discendono. Considerando la scienza come un’attività umana tra le altre, la sociologia della conoscenza scientifica non è interessata a dirimere

controversie, a giudicare la bontà di dati e ipotesi, o a stabilire se un certo assunto è vero o falso. Piuttosto, ad essere indagati sono i processi sociali, le variabili, i valori e le pratiche che caratterizzano la comunità scientifica nello svolgimento della sua attività (cfr. Bucchi 2010). In questo quadro, discipline dure e consolidate come la fisica, la genetica e la medicina sono state spesso oggetto di analisi, mentre i tentativi di delineare una **sociologia dell'ecologia**, a causa del carattere ibrido, complesso e relativamente nuovo delle scienze ambientali, sono stati ben più rari. Tra questi, uno dei primi esempi è dato dal lavoro in cui Michel Callon (1984), studioso STS e tra i principali esponenti della ANT, esamina la ricerca condotta da tre biologi marini per salvaguardare le capesante nella baia bretone di Saint-Brieuc. Nel suo saggio, il sociologo francese evidenziò il lavoro di traduzione, ovvero “la continua ridefinizione dell'identità di attori umani, artefatti o animali attraverso la loro trasformazione discorsiva in altre entità” (Magaudda 2020: 37), che i tre biologi dovevano svolgere per costruire una rete in grado di accettare e sostenere la loro strategia di salvaguardia. Per esempio

“la «comunità scientifica» (un'entità astratta e non circoscritta) venne tradotta in un gruppo di «colleghi interessati al progetto; la vasta platea di pescatori della baia venne tradotta, invece, nel ristretto numero di rappresentanti chiamati a esprimersi sul progetto; infine le capesante e il loro comportamento vennero tradotte in numeri (quante di esse effettivamente reagirono positivamente al nuovo metodo, riproducendosi) e successivamente in grafici, attraverso cui le capesante poterono «dichiarare» la loro «approvazione» del nuovo metodo di allevamento” (ibidem).

Un altro contributo essenziale per lo sviluppo di una sociologia dell'ecologia è rappresentato dalle riflessioni sulla “società del rischio” di Ulrich Beck (1992). Nel più ampio contesto delle sue osservazioni sulla seconda modernità (o modernità riflessiva), il sociologo tedesco evidenzia come le scienze ambientali rappresentino uno dei principali mezzi attraverso cui il rischio riesca a imporsi come nuovo motore della società: monitoraggi, campionamenti e analisi tossicologiche sono appunto pratiche della comunità scientifica ecologica, spesso caratterizzate da una certa arbitrarietà o contingenza, da cui tuttavia dipendono soglie di rischio su cui si basano leggi, standard e

altri dispositivi in grado di influire notevolmente sulla nostra vita quotidiana. Più in generale, il lavoro di Beck ha ispirato l'idea, poi condivisa e ulteriormente sviluppata dal costruttivismo sociale, che una maggiore quantità di informazione non corrisponda necessariamente a una migliore comprensione del mondo, ma anzi ad un aumento dell'incertezza. Infine, un più specifico e recente esempio di sociologia dell'ecologia è dato dal lavoro di Bellamy Foster e Clark (2008) nel quale i due studiosi sottolineano, tra gli altri elementi, la presenza di un doppio trasferimento (*double transference*) tra l'organizzazione sociale prevalente e la produzione di sapere ecologico. Già Marx ed Engels avevano osservato come, nella teoria evoluzionista di Darwin, il concetto di lotta per la sopravvivenza trasferisse dalla società alla natura il principio borghese e capitalista della concorrenza e come questo, a sua volta, venisse ulteriormente legittimato socialmente dalla sua applicazione nelle scienze ambientali. Su questa scia, Bellamy Foster e Clark intravedono un doppio trasferimento anche relativamente ad altri concetti fondamentali per l'ecologia e la sua storia. Per esempio, l'influente teoria biologica dell'olismo, elaborata dal generale sudafricano Jan Christian Smuts nel 1926, avrebbe le sue radici nell'*apartheid* (parola coniata dallo stesso Smuts nel 1917, una decina di anni prima di 'olismo', cfr. Bellamy Foster, Clark 2008: 328-333). L'ontologia ecologica di Smuts, infatti, si basava sull'idea che la vita tendesse al perfezionamento, svincolandosi dai limiti ambientali in cui rimanevano invece imbrigliate le specie inferiori. In maniera abbastanza evidente, il paradigma olistico tendeva ad umanizzare la natura applicandovi le gerarchie sociali esistenti che, dal canto loro, venivano così naturalizzate, legittimate e ulteriormente rafforzate. Smuts infatti utilizzò le proprie teorie scientifiche per supportare e giustificare il colonialismo europeo in Sudafrica come "missione civilizzatrice", nonché per favorire l'istituzione della segregazione razziale come strategia atta a preservare la bellezza e la perfezione della vita.

Nei tre esempi di sociologia dell'ecologia visti sinora, tuttavia, il tema delle tecnologie digitali è completamente assente. Una letteratura da cui attingere alcune fonti e strumenti per poter articolare sociologicamente il rapporto tra scienze ambientali e digitalizzazione è invece quella dell'ecologia delle infrastrutture, afferente all'ambito interdisciplinare degli STS (cfr. §2.3.2). In tal senso, è particolarmente significativo il lavoro seminale con cui Susan Leigh Star e Karen Ruhleder (1996) hanno analizzato l'utilizzo di una piattaforma digitale (WCS) pensata per favorire la collaborazione tra

biologi. Nonostante l'entusiasmo e l'ottimismo riscontrato negli intervistati, le due autrici notarono nella pratica un utilizzo del WCS così scarso da portare al suo abbandono e fallimento. Tale contraddizione viene ricondotta a diversi fattori, tra cui l'affollamento delle postazioni informatiche, l'obsoleta dotazione tecnologica dei laboratori, la modesta competenza informatica dei biologi e soprattutto le loro difficoltà nel relazionarsi ai tecnici informatici. Infatti, nonostante la piattaforma collaborativa fosse molto semplice e intuitiva, la gestione del sistema operativo che essa richiedeva non lo era affatto, costringendo i biologi a confrontarsi spesso con i tecnici. Il sovrapporsi di tutti questi fattori, e il concomitante sviluppo di uno strumento più generico e flessibile come il Web, portarono quindi al fallimento del WCS, che non riuscì a imporsi come infrastruttura perché questa “si ha (...) quando la tensione tra locale e globale è risolta” (Star, Ruhleder 1996: 114, tda): nel caso della piattaforma, invece, tale tensione persisteva, manifestandosi nella contrapposizione tra la presunta semplicità del software e la concreta serie di difficoltà che il suo utilizzo comportava.

Tuttavia l'instabilità infrastrutturale e la tensione tra locale e globale non riguardano solo le piattaforme collaborative, né tantomeno la sola biologia, ma possono caratterizzare anche altri strumenti digitali, pratiche tecnoscientifiche e discipline. Un campo in cui esse diventano particolarmente evidenti è quello della **climatologia**, dove il consenso rispetto alle cause, all'entità e alle soluzioni del cambiamento climatico vacilla nonostante una crescente mole di dati venga raccolta da decenni, giorno dopo giorno. Certamente nella controversia sul riscaldamento globale giocano un ruolo decisivo i grandi interessi economici e politici che traggono vantaggio dalla mancanza di consenso ma, allo stesso tempo, la digitalizzazione della scienza si delinea come un'importante concausa. Vediamo perché.

Innanzitutto, in quanto scienza incentrata su un elemento globale per eccellenza come il clima, lo sviluppo della climatologia è strettamente connesso ai primi computer network. La scienza climatica è infatti stata una delle prime, tra le varie scienze ambientali, a sfruttare i network digitali. Non a caso, gli unici progetti di ecologia citati nell'*ARPAnet resources handbook*, un elenco delle istituzioni di ricerca connesse negli anni Settanta attraverso ARPAnet, sono incentrati proprio su modelli e simulazioni delle dinamiche climatiche e sul monitoraggio dell'inquinamento atmosferico (Feinler 1978:

297, 312, 565). Lo stretto rapporto tra climatologia e informatica è ampiamente analizzato dallo studioso STS Paul Edwards nel suo libro *A Vast Machine: Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming* (2010). Qui l'autore ripercorre l'intera storia della disciplina, dimostrando che il digitale ha permesso di *raccogliere* dati globali ("making global data", Edwards 2010: 187-227) ma non è riuscito a *produrre* dati globali ("making data global", *ivi*: 251-285). Secondo l'autore, l'avvento del digitale ha infatti diminuito l'"attrito dei dati" ("data friction", ovvero le difficoltà nel raccogliere dati in luoghi e tempi differenti) ma ha aumentato l'"attrito dei metadati" ("metadata friction", ovvero le difficoltà nell'omologare dati raccolti in tempi, luoghi e con modalità diverse). In un'ottica apertamente antideterminista, Edwards non imputa la mancata "ritenzione del contesto" (Bowker 2000: 662-670) alle tecnologie digitali in sé. Piuttosto, la riconduce al modo in cui scienziati e ricercatori conducono il proprio lavoro attraverso esse. Chi fa ricerca sa bene che quando si raccolgono dati sul campo l'omissione di alcuni metadati è un fatto inevitabile perché il dato è sempre una rappresentazione parziale dell'ambiente a cui ci si riferisce. Nonostante l'accortezza che si può avere nel segnare i dettagli rispetto a un certo dato (per esempio, in riferimento a una temperatura, l'orario, la data, il luogo e la strumentazione utilizzata) qualche altro metadato verrà necessariamente omesso (come per esempio l'altitudine, la pressione atmosferica, la presenza di un incendio a pochi chilometri oppure il malfunzionamento di una parte dello strumento), che sia per limiti tecnici, per negligenza o semplice inconsapevolezza. In questo quadro, le tecnologie digitali hanno un duplice ruolo. Da un lato, infatti, il digitale facilita la connessione tra contesti lontani e assai differenti, evidenziando così l'incoerenza delle pratiche scientifiche situate e i problemi di ritenzione del contesto che discendono da ciò. Dall'altro, tuttavia, la presa del digitale sulla comunità scientifica è tale che essa intravede la soluzione a tali problemi nelle stesse tecnologie digitali. Edwards (2010: 188, *tda*), infatti, spiega che per aggiustare i metadati e ridurre la loro eterogeneità "gli scienziati hanno sviluppato pacchetti di modelli informatici intermedi che convertono rilevazioni eterogenee e diversificate in data set completi, coerenti e precisi". Rifacendosi a Bowker e Star (1999), Edwards definisce "inversione infrastrutturale" questo sforzo della comunità scientifica ecologica ed informatica teso a ricostruire il passato delle missioni scientifiche: si tratta comunque di "un processo lungo e difficile iniziato negli anni '70 [e attraverso cui] i climatologi hanno rovesciato le registrazioni climatiche, riesaminando

ogni elemento nella storia del sistema di osservazione, spesso fin giù al livello della misurazione individuale” (Edwards 2010: xvi, tda). Qui, tuttavia, torna a porsi lo stesso problema, sebbene su un altro livello. Laboratori e istituti differenti, infatti, effettuano inversioni infrastrutturali differenti, producendo modelli differenti. Ciò conduce a vere e proprie “guerre tra dati: invece di un unico dataset globale e definitivo, emergeranno data set molteplici e in competizione” (ivi: 435, tda; si veda anche ivi: 287-322). In breve, si può dire che le tecnologie digitali abbiano permesso di raccogliere molti più dati che in passato, senza però garantire la loro coerenza, ma anzi evidenziandone le incongruenze. Inoltre, anche quando utilizzato come correttivo per la ricostruzione delle vecchie misurazioni, il digitale alimenta ulteriori controversie perché non esistono modelli unici ma ogni laboratorio elabora i propri. È proprio su questo punto che la questione del cambiamento climatico, una tra le più urgenti e improrogabili del nostro tempo, si è impantanata. Come si accennava, è chiaro che le questioni poste dal riscaldamento globale mobilitino grandi attori politici ed economici interessati a prolungare il dibattito *ad libitum* per evitare la formazione di un consenso unanime ed essere così costretti ad attuare strategie efficaci. Tuttavia, i sostenitori e i negazionisti del cambiamento climatico sono tali sulla base dei (meta)dati che raccolgono, elaborano e diffondono⁴⁰ attraverso le tecnologie digitali che diventano così strumenti con cui osteggiare le strategie di contrasto al cambiamento climatico. Da questo punto di vista, sembrerebbe che il cambiamento climatico possa essere considerato, almeno in parte, un problema digitale.

La **perdita di contesto** dei dati non è tuttavia una dinamica peculiare della sola climatologia. Quanto detto può infatti essere facilmente applicato a qualunque altro ambito ecologico interessato da una controversia, come illustrato da Bowker (2000) a proposito degli studi sulla biodiversità o da Beck (1992) in merito alla crescente incertezza scientifica. Sebbene i due autori non tematizzino esplicitamente le tecnologie digitali, in entrambi i casi si fa riferimento a processi di raccolta, elaborazione e divulgazione dei dati che avvengono, inevitabilmente, attraverso tecnologie informatiche. Per l’ecologia e le altre scienze ambientali, quindi, il digitale rappresenta un’infrastruttura

⁴⁰ Rispetto alla divulgazione dei risultati e alla comunicazione pubblica, è particolarmente rilevante un report di recentissima pubblicazione in cui si evidenzia come il negazionismo climatico abbia trovato sempre maggiore spazio su Facebook nel corso del tempo, cfr. StopFundingHeat (2021): <https://tinyurl.com/mejhtem>; Menichini, R. (04/11/2021): <https://tinyurl.com/yckud4zb>

ancora instabile e in inversione, in cui persiste una forte tensione tra la vocazione universalista della scienza, le sue pratiche situate e le diverse realtà locali. Ciò risulta in un enorme flusso di dati, spesso contraddittorio, che forse più di altri fattori alimenta le numerose controversie che caratterizzano l'ambito ecologico. Se è vero che la scienza necessita delle controversie per il suo stesso sviluppo e avanzamento, è anche vero che i temi dell'ecologia – riguardando la salute del pianeta e, di riflesso, dell'uomo – impongono un'urgenza che non può aspettare. Seguendo le raccomandazioni di Bowker ed Edwards, la comunità scientifica dovrebbe quindi problematizzare il rapporto tra ecologia e digitalizzazione, favorendo una maggiore cooperazione tra gli scienziati naturali e instaurando un più costante dialogo con gli scienziati sociali attraverso appositi canali e infrastrutture.

Sul primo fronte sono stati fatti importanti passi in avanti. La comunità degli ecologi è infatti diventata nel tempo sempre più consapevole delle opportunità ma anche dei problemi derivanti dalla digitalizzazione e dalla conseguente necessità di una maggiore cooperazione tra i diversi ambiti di ricerca. Lo testimonia l'istituzione, oramai di lunga data, di programmi multidisciplinari come il *Long Term Ecological Research* (1980) negli Stati Uniti e di gruppi internazionali come l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (1988) delle Nazioni Unite ma anche il moltiplicarsi, all'interno della stessa letteratura ecologica, di riflessioni critiche. Un contributo significativo in questo senso è quello in cui la biologa americana Stephanie Hampton (Hampton et al. 2013) evidenzia la scarsa inter-operabilità dei dataset prodotti a causa della cultura tendenzialmente individualista che ancora caratterizza la ricerca ecologica. Questa, pur essendo entrata già da tempo nell'era dei *big data* proprio grazie alle possibilità dischiuse dal digitale, ancora non riesce a sfruttarne il potenziale, producendo dati “oscuri”, poco accessibili e ridondanti. Hampton esorta quindi la comunità degli ecologi a continuare sulla strada della creazione di infrastrutture per l'archiviazione, la condivisione e l'inter-operabilità dei dati affinché la ricerca ambientale si “ecologizzi”, suggerendo con un interessante gioco di parole che “i dati non dovrebbero essere solo generati e analizzati, ma devono anche essere disponibili per essere riutilizzati e riciclati” (Hampton et al. 2013: 157, tda). Tuttavia – sebbene nella letteratura delle scienze ambientali trovi crescente spazio anche il tema della collaborazione con gli informatici (per es. Carey et al. 2019), che abbiamo visto essere particolarmente delicato – lo stesso non può dirsi del

dialogo con le scienze sociali, che si attesta ancora su livelli molto bassi, sia in letteratura che a livello di iniziative e progetti. Dato il perdurare delle controversie e l'aggravarsi della crisi ecologica, da questo punto di vista, sembra esserci ancora molta strada da fare.

3.1.2 Il digitale nella partecipazione ambientale

Le tecnologie digitali non giocano un ruolo decisivo solo nell'ecologia scientifica e nelle altre scienze ambientali, ma rivestono una crescente importanza anche nell'ecologia socio-politica, intesa in senso lato come *governance* ambientale e quindi come variegato insieme di pratiche tese a contrastare la crisi ecologica. Come nell'ambito scientifico, anche in questo campo la tendenza *mainstream* è quella di considerare, sempre e comunque, il digitale come un alleato imprescindibile nel contrasto alla questione ambientale. Abbiamo già visto alcuni esempi di questa alleanza nel §2.1, dove viene preso in esame l'**immaginario green** del digitale, ovvero l'idea secondo cui gli strumenti informatici consentirebbero di smaterializzare o almeno ottimizzare molte attività sociali ed economiche, diminuendone l'impatto ambientale. In questo senso, il semplice utilizzo delle tecnologie digitali si connoterebbe esso stesso come un atto di partecipazione materiale alla questione ambientale. Ma gli strumenti digitali mediano la partecipazione ambientale anche in tante altre modalità che si legano alle categorie, alle pratiche e agli attori della *governance* ambientale visti nel §1.1.4. Le pagine seguenti illustrano e integrano le principali fonti che – nei campi disciplinari dei *Media Studies*, della sociologia politica e della sociologia dell'ambiente – si sono dedicate all'analisi e alla problematizzazione di tali modalità. Si tratta di studi che, pur offrendo interessanti spunti sulla digitalizzazione dell'ecologia sociale e politica, non mobilitano espressamente concetti riconducibili alla prospettiva tipica degli STS, tranne in rare eccezioni opportunamente segnalate. Un tentativo di applicazione degli STS, e in particolare della ANT, all'ecologia digitale verrà svolto nel §4.2, dove il materiale raccolto empiricamente verrà interpretato in questa chiave. Prima, però, occorre avere una cognizione generale dello stato dell'arte. Un testo che discute in maniera estesa e approfondita il rapporto tra digitale e partecipazione ambientale, e che può quindi fungere da guida su cui innestare altre fonti più circoscritte, è *Environmental Reform in the Information Age. The Contours of Informational Governance*, del sociologo olandese Arthur Mol (2008). Qui l'autore, pur senza adottare espressamente un linguaggio ANT,

illustra il processo di modernizzazione ecologica e le sue criticità, analizzando con dovizia di particolari le dinamiche connesse all'informatizzazione e alla digitalizzazione dell'ecologia su diversi livelli.

Sul piano dell'**ambientalismo**, per esempio, Mol sottolinea innanzitutto come gli attivisti e le ONG di settore abbiano adottato con fiducia ed entusiasmo, contrariamente ad ogni altra tecnologia precedente, le ICT digitali in virtù del loro carattere non gerarchico, fluido e decentralizzato. L'attivismo ambientale è stato infatti uno tra i primi movimenti sociali ad intuire le potenzialità dei media digitali e a sfruttarli nelle proprie campagne di divulgazione e mobilitazione sin dalla prima metà degli anni '90 (ivi: 193). Ciò ha comportato un rilevante cambiamento nella struttura dell'informazione ambientale e nella distribuzione di potere tra gli attori sociali. In realtà, già i media tradizionali avevano avuto un ruolo importante nella nascita e nello sviluppo internazionale dell'ecologismo: si pensi in proposito al già citato libro di Carson, *Primavera silenziosa* (1999), oppure all'importanza di fotografie come *The Blue Marble* (1972) nel popolarizzare la "prospettiva dell'astronauta" (Sachs 1999) e quindi nel favorire la presa di coscienza collettiva rispetto alla bellezza, fragilità e unicità della Terra (Strassoldo 1993: 77). Più in generale la "comunicazione ecologica" (Luhmann 1989) rappresenta un pilastro fondamentale nella reazione sociale alla crisi ambientale. Tuttavia, secondo Alison Anderson (2014), l'**informazione ambientale** mass-mediatica degli anni '70 e '80 si basava (e si basa tutt'oggi) su una selezione delle notizie (*agenda-building*) e su un loro specifico inquadramento (*framing*) che comporta l'esclusione di certe tematiche e il silenziamento degli attori più deboli. Da questo punto di vista il digitale rappresenterebbe un elemento di rottura con conseguenze particolarmente rilevanti, soprattutto a partire dallo sviluppo del Web 2.0. Fino alla fine degli anni Novanta, infatti, il reperimento dell'informazione online rifletteva ancora una struttura *top-down*, seguendo un modello "navigazionale" (Rose, Levinson 2004) in cui gli utenti recuperavano le notizie limitandosi alla consultazione di pochi siti web istituzionali o alla selezione effettuata dai motori di ricerca (Monaci 2008: 43-54). Un importante cambiamento si verifica intorno all'inizio del nuovo millennio, quando "le *query* ai motori di ricerca diventano a un tempo più generiche e astratte; sono meno collegate a siti specifici, ma si presentano come domande relative a un *topic*, un argomento. L'obiettivo dell'utente non è quello di arrivare in un «sito» preciso, ma di ottenere informazioni riguardo a un tema" (ivi: 32-33).

Sviluppi analoghi e complementari si presentano sul lato dell'offerta di informazione dove, per esempio, "il diffuso utilizzo di cellulari e fotocamere digitali economiche ma di buona qualità ha indotto 'il pubblico' verso un ruolo più rilevante nella raccolta delle notizie attraverso il '*citizen journalism*'" (Anderson 2014: 4, tda). Bypassando giornalisti professionisti e agenzie di stampa, la disintermediazione tipica dei social media e di altre piattaforme digitali ha spesso consentito a cittadini e attivisti di portare l'informazione ambientale "direttamente sui mass media, distruggendo la reputazione di aziende o causando la caduta di ministeri e governi nel giro di pochi mesi" (Mol 2008: 203, tda). Inoltre, mentre i media convenzionali si sono dimostrati più spesso interessati a questioni di ordine pubblico connesse alle manifestazioni di protesta che non ai contenuti, i mezzi digitali hanno favorito l'approfondimento e l'analisi di specifiche questioni ambientali e politiche (ivi: 208).

Un aspetto complementare a ciò riguarda l'accresciuta possibilità di condividere online – per esempio attraverso forum, blog, social media e video tutorial – non solo notizie ma anche idee e risorse per adottare stili di vita più sostenibili. Secondo la filosofa politica di orientamento STS Noortje Marres (2012: 74-77), questo specifico utilizzo dei media digitali "co-articola" la partecipazione ambientale nei termini di un'attività particolarmente impegnativa che richiede tempo, investimenti economici e cambiamenti anche radicali nelle proprie vite. Questa co-articolazione – che l'autrice riassume nello slogan "più si investe, più si partecipa" – segue "una logica pragmatista: l'impegno ambientale viene qui inteso *come una conseguenza* dell'aver compiuto degli sforzi" (ivi: 77, tda). In questo caso, quindi, l'utilizzo del digitale è strumentale: le ICT sono cioè al servizio di attività *altre* che trovano nei nuovi media semplicemente un efficace canale di facilitazione e diffusione attraverso cui gli attivisti possono trasformare l'informazione in azione. Si tratta di una modalità partecipativa diametralmente opposta a quella viste nel §2.1, dove la dematerializzazione o l'ottimizzazione digitale di certe attività viene considerata come un atto ecologico *di per sé*, in accordo alla logica liberale della partecipazione materiale, della "minimizzazione degli sforzi" e dell'"impegno reso semplice" (ivi: 65-71). Tra questi due opposti, si può individuare anche una terza co-articolazione in cui il digitale media l'azione ecologica degli individui. Si tratta di un vasto insieme di strumenti (principalmente siti web e app) attraverso cui è possibile monitorare e quantificare i propri consumi per ridurli o cambiarli. Spesso queste

piattaforme si avvalgono di interfacce *gamificate*: per incentivare gli utenti, esse adottano cioè la logica e gli elementi tipici del gioco come la struttura a livelli, le sfide, i punteggi, i premi e i *badge* (cfr. Liu et al. 2011: 10-12). Alcuni autori intravedono in questi strumenti una forma partecipativa problematica. Per esempio, secondo Morozov (2013) essi rappresentano classiche forme di tecno-soluzionismo e internet-centrismo con cui si scaricano su individui datificati, quantificati e *gamificati* i sacrifici che invece dovrebbero essere presi in carico dal sistema sociale nel suo complesso attraverso una sua radicale ristrutturazione ecologica.

Ma su un piano più generale, la digitalizzazione dell'informazione ambientale presenta svariati altri problemi. Tra questi troviamo innanzitutto il *digital divide*, inteso come scarso accesso al flusso digitale di informazione soprattutto da parte di attiviste donne e popolazioni non-bianche (Mol 2008: 193). In secondo luogo, emergono importanti criticità nella stessa struttura dell'informazione online: infatti, sebbene più aperta e accessibile, anche Internet ha sviluppato nel corso del tempo le sue gerarchie e i suoi intermediari che costringono all'adozione di specifiche strategie per emergere da un flusso altrimenti indistinguibile di informazioni: "con l'impennata nel numero di *weblogs* (...) il numero di lettori per *weblog* si sta riducendo drasticamente. I *weblog* personali hanno un basso tasso di sopravvivenza dopo i tre mesi; successivamente, la maggior parte di essi diventa inattiva" (Mol 2008: 130, tda). Il problema dell'*information overload* si lega poi in maniera indissolubile all'autorevolezza dell'informazione: da questo punto di vista non solo la Rete presenta un'estrema volatilità e temporaneità del materiale online ma anche un problema di verifica delle fonti. Insieme, questi due problemi rendono il Web uno strumento poco duraturo ed affidabile, un alleato debole per il movimento ecologista.

Spostandosi su un livello superiore alla semplice informazione, si può notare che nel corso del tempo gli attivisti hanno sviluppato forme di partecipazione peculiari e interamente online, come le petizioni digitali, i *crowdfunding*, i *netstrikes* e il *mail bombing*⁴¹. Sulle implicazioni di tali forme di **attivismo digitale** ci sono pareri

⁴¹ Il *crowdfunding* è una raccolta fondi aperta al pubblico attraverso una piattaforma digitale; il *netstrike* (letteralmente: sciopero di rete) è una sorta di attacco informatico collettivo e non invasivo, che consiste semplicemente nel collegamento simultaneo di un gran numero di utenti a un sito web al fine di rallentarlo

contrastanti: secondo molti esse tendono a sostituire le iniziative off-line delineando un deleterio modello di partecipazione “pigra” (definito in inglese *slacktivism* o *clicktivism*, cfr. Schumann 2015: 42-44), ma alcune ricerche mostrano invece una forte correlazione tra le due attività che quindi non si escluderebbero reciprocamente ma sarebbero complementari (Mol 2008: 202). Contrariamente a quanto si pensi diffusamente, infatti, lo sviluppo delle piattaforme digitali per l’informazione e la comunicazione ha favorito soprattutto il rafforzamento delle relazioni reali e in presenza, diventando un prezioso strumento organizzativo per associazioni e gruppi locali (ivi: 196, cfr. anche Schumann 2015: 22-36). Tuttavia, proprio sul piano delle relazioni a distanza che caratterizzano il movimento globale, l’ambientalismo digitale appare invece come un’entità così fluida da essere instabile. Ciclicamente, in occasioni di grandi eventi di mobilitazione, succede infatti che sulle piattaforme digitali si

“riuniscono coalizioni sempre diverse per protestare o svolgere delle attività, ma spesso si dissolvono subito dopo. Allo stesso tempo, la posizione delle ONG più strutturate che partecipano a queste campagne e manifestazioni è tutt’altro che fissa. Alle volte ne sono i principali promotori ed organizzatori; altre volte queste ONG si inseriscono in una rete fluida già esistente e funzionante, oppure ne escono appena prima che qualche grande evento dia rilievo globale a queste reti fluide. (...) Le reti virtuali tendono a essere meno rigide ideologicamente e a riunire una diversità di gruppi e attivisti sotto denominatori comuni abbastanza deboli” (Mol 2008: 201, tda).

Nel complesso, quindi, secondo Mol

“le reti ambientaliste globali non sono davvero riuscite a usare Internet e le ICT per sviluppare una vera alternativa all’attuale informazione e sistema mediatico mainstream. La maggior parte della loro informazione è frammentata, focalizzata su campagne temporanee piuttosto che sulla copertura a lungo termine di questioni sistemiche, presenta una grande diversità, raggiunge un pubblico limitato e rimane oscura” (ivi: 204, tda).

o bloccarlo; in maniera simile, il *mail bombing* (bombardamento mail) consiste nell’inviare un enorme carico di email ad un certo indirizzo così da sovraccaricarlo e bloccarlo.

Il rischio derivante da ciò è che il movimento ambientalista perda legittimità:

“quando l’informazione è utilizzata per drammatizzare eventi e fenomeni al fine di ottenere certi scopi, e quando si costruiscono coalizioni solo per scopi strategici, particolari e di breve termine senza considerare il contributo complessivo dell’alleato, allora le ONG ambientali possono essere considerate come una delle tante parti con i propri interessi piuttosto che un movimento a tutela e salvaguardia di norme e valori universali (...) Specialmente nell’era dell’informazione, i contro-poteri in competizione col movimento ambientalista punteranno le loro frecce prioritariamente contro il capitale di legittimazione delle ONG ambientaliste (...) Mettere in dubbio l’affidabilità, l’autorevolezza e la credibilità – ovvero, in breve, la legittimità – delle ONG ambientaliste è una delle strategie più frequentemente adottate da aziende e autorità che vi si oppongono” (ivi: 208, tda).

L’attivismo digitale presenta quindi un’ambivalenza di fondo, di cui non è possibile determinare aprioristicamente le opportunità e i limiti partecipativi, che vanno invece analizzati nei contesti e nelle dinamiche concrete, in linea con i principi metodologici degli STS (cfr. Trerè 2019). Ad ogni modo, oltre che strumento di informazione e comunicazione, per le ONG ambientaliste il digitale può rappresentare anche uno strumento operativo: si pensi, in proposito, al crescente uso di fototrappole, droni e sensori satellitari per individuare e contrastare operazioni illegali di disboscamento o bracconaggio (Arts et al. 2015: 665). Anche in questo caso, il rovescio della medaglia è dato dal *digital divide*: nei Paesi in via di sviluppo, solo gli uffici delle più grandi ONG internazionali ricevono fornitura e assistenza tecnica dalle sedi centrali, mentre le più piccole associazioni sono significativamente tagliate fuori dall’ammodernamento tecnologico (Mol 2008: 193-194) e quindi dalle dinamiche illustrate poc’anzi. Lì dove vengono attuate, invece, le pratiche di **monitoraggio ambientale** digitale pongono problemi di diritto su cui manca una chiara regolamentazione internazionale (Sandbrook 2015). Non è chiaro, per esempio, né da chi possano essere utilizzati questi strumenti (solo enti pubblici o anche privati) né dove (solo

aree pubbliche o anche private) e nemmeno come vadano conservati i dati ottenuti oppure se occorra una forma di consenso da parte di turisti e visitatori coinvolti.

Il digitale ha inoltre permesso alle organizzazioni ecologiste di intensificare il coinvolgimento emotivo dei propri sostenitori grazie alla possibilità di organizzare e rappresentare le informazioni insistendo molto sul loro aspetto visuale e spettacolare (Verma et al. 2015). Soprattutto quando sostenute da tecniche discorsive e narrative come la personificazione e romanticizzazione di certi animali, pratiche come il *live streaming*, ovvero la trasmissione di immagini catturate in diretta da parchi naturali e riserve faunistiche, portano infatti lo spettatore a instaurare un legame emotivo che, auspicabilmente per le ONG, può tradursi in qualche forma di supporto finanziario o operativa ma che, secondo altri punti di vista, rischia di veicolare messaggi ecologici superficiali e inefficaci, nonché di sostituire l'esperienza diretta del territorio con una totalmente mediatizzata (Igoe 2010). Un problema supplementare, che si innesta su quanto appena detto, è la funzionalità di tali dinamiche di coinvolgimento digitale a una crescente neoliberalizzazione delle politiche di tutela ambientale. Il sociologo olandese Bram Büscher (2014) parla in merito di una “Natura 2.0” proprio per indicare come il coinvolgimento online degli utenti comporti una crescente mercificazione e spettacolarizzazione della biodiversità. La raccolta di grandi somme di denaro, per esempio, si traduce spesso in iniziative dagli effetti ambientali molto importanti ma solo verso quelle criticità in grado di suscitare un coinvolgimento emotivo, penalizzando questioni meno “romantiche” ma altrettanto importanti, come potrebbe essere l'estinzione di un insetto.

Spostandosi dal piano sociale a quello più strettamente politico e analizzando il ruolo dell'informazione nelle **politiche ambientali**, Mol registra innanzitutto il passaggio da una legislazione basata sul “diritto di sapere” a una incentrata sulla divulgazione attiva delle informazioni⁴². Nel sistema degli anni '70 e '80 l'informazione era infatti destinata allo Stato, e sebbene fosse “in linea di principio accessibile sulla base della legislazione del diritto a sapere era spesso difficile da ottenere nella pratica, dato che occorreva un percorso dispendioso (sia in termini di tempo che di risorse) attraverso le istituzioni

⁴² Un esempio di questo passaggio è rinvenibile su un'apposita pagina del sito web del Ministero della Transizione Ecologica (07/07/2016): <https://tinyurl.com/5yt48xb4>

(legali)” (Mol 2008: 134, tda). A partire dagli anni ‘90 l’informazione diventa invece accessibile anche e soprattutto per il pubblico. Tra le cause di questo processo, denominato **regolamentazione informazionale** e consistente nella divulgazione obbligatoria verso terze parti di informazioni relative a pratiche ambientali, ci sono l’aggravarsi della crisi ambientale, l’incremento dell’attivismo nella società civile nonché lo sviluppo e la diffusione delle ICT digitali (ivi: 136). Tutto ciò si traduce per il pubblico

“nell’accesso diretto a dati standardizzati, localizzati, aggiornati e *user-friendly* sulle emissioni e sulle performance ambientali di migliaia di aziende. (...) Non solo questi siti permettono ai cittadini di cercare le fonti di inquinamento nella loro zona, di compararle con quelle di altre aree e di far pressione sulle aziende per un miglioramento, ma hanno anche spinto giornalisti, gli inquinatori stessi, le autorità governative, i politici, gli *shareholders* e altri attori verso l’azione ambientale, portando a miglioramenti ecologici” (ivi: 139, tda).

Oltre alla regolamentazione informazionale, la digitalizzazione delle politiche ambientali ha comportato anche altre due tendenze. La prima, ossia la datificazione, vede le strategie di intervento politico sull’ambiente crescentemente guidate dai dati (*data-driven*) perché le tecnologie digitali “hanno incrementato l’abilità e la capacità di individuare e visualizzare i problemi ambientali, capirne gli effetti e gestire i flussi di informazione, tutte cose essenziali per identificare e disegnare migliori strategie di risposta” (ivi: 141, tda). La seconda riguarda invece i mezzi di esercizio della *governance*, di cui vengono digitalizzate le modalità partecipative. Con il concetto di *e-governance* ci si riferisce quindi a quell’insieme di attività elettroniche svolte dalle autorità pubbliche o per loro conto e che hanno come scopo il coinvolgimento di altri attori nel processo decisionale. In questo caso la trasposizione del processo partecipativo dal piano fisico a quello digitale può per esempio concretizzarsi nell’utilizzo di piattaforme di discussione e voto. Alcuni dei principali problemi che si verificano in questa sfera riguardano la mancanza di armonizzazione e centralizzazione tra le agenzie governative, la complessità d’uso di alcuni sistemi, il limitato accesso ad Internet per alcuni gruppi nonché la scarsa utilità di una mole eccessiva di dati, con contributi e segnalazioni ridondanti e di bassa qualità. La *e-governance* può quindi portare da un lato a “un aumento della trasparenza,

dell'accessibilità, della rendicontazione e al miglioramento delle decisioni” ma dall'altro a

“una legittimazione procedurale (più che sostanziale), a un eccesso di informazione (sia per i cittadini che per le agenzie governative a cui sono rivolti i contributi) a ulteriori diseguaglianze nell'influenzare il processo decisionale a causa del *digital divide*, a un aumento delle controversie e all'erosione delle tradizionali forme di partecipazione senza che vi sia un'adeguata sostituzione digitale” (ivi: 145, tda).

Infine, la digitalizzazione della governance ambientale ha avuto importanti effetti anche per gli attori economici e per il sistema produttivo. La regolamentazione informazionale è infatti un processo che coinvolge tanto lo Stato e le sue istituzioni quanto le aziende, che già dagli anni '70 hanno avviato al loro interno processi di **rendicontazione** (*auditing*), inizialmente limitati al campo finanziario e poi estesi anche ad altri aspetti, tra cui quello delle performance ambientali (*eco-auditing*). Anche in questo campo Mol sottolinea che le ICT introdotte a partire dagli anni '90 hanno svolto un ruolo essenziale, consentendo il monitoraggio automatizzato e costante di certi valori nonché una loro migliore archiviazione, elaborazione, modellazione, presentazione e divulgazione. Gli strumenti digitali hanno quindi ristrutturato il processo di rendicontazione con conseguenze profonde sull'assetto interno delle aziende, sulle loro relazioni esterne con lo Stato e con la società civile ma anche sul funzionamento di interi settori e filiere produttive. Soprattutto nell'industria agroalimentare, le possibilità dischiuse dall'informatica in termini di gestione e controllo dei dati hanno fatto sì che il settore aumentasse drasticamente la trasparenza e la tracciabilità dei flussi di materie prime a favore dello Stato, dei *competitor* e dei cittadini-consumatori sempre più attenti alla qualità del cibo e all'impatto ambientale della sua produzione. Un risultato rilevante di questo processo è stato il moltiplicarsi di etichette e certificazioni ambientali con cui aziende, agenzie governative ed enti autonomi garantiscono il rispetto di determinati standard di qualità e sicurezza. Per esempio, nei soli Paesi Bassi, si contavano nel 2008 ben 124 diversi sistemi di etichettatura ambientale per 10 settori produttivi (Mol 2008: 180). Tutto ciò ha chiaramente comportato una maggiore attenzione verso le performance ambientali del settore industriale, ma anche in questo caso si registrano diversi ordini di

problemi. Una prima questione riguarda appunto la moltiplicazione e la frammentazione delle iniziative:

“questa diversità e onnipresenza di etichette e informazioni sui prodotti, insieme alla loro diversità procedurale, hanno innescato feroci dibattiti e controversia in merito alle verifiche, alle responsabilità pubbliche e private, alle basi scientifiche, all’effettività e alle barriere commerciali, senza, comunque, mettere a repentaglio l’ulteriore sviluppo, crescita e importanza delle pratiche di etichettatura e i relativi flussi di informazione” (ivi: 182, tda).

Un secondo aspetto problematico riguarda l’accessibilità dell’informazione che, se comparata ai suoi crescenti volumi, si attesta su valori relativamente bassi, con episodi tutt’altro che incidentali di inaccessibilità e opacità. In alcuni casi, le limitazioni alla trasparenza dell’informazione sono dovute alle leggi sulla privacy e sul libero mercato, laddove la raccolta e lo scambio tra aziende di dati relativi ai comportamenti dei consumatori potrebbe ledere la privacy o falsare la concorrenza. In altri casi, invece, si registra la presenza di attori in grado di imporre le proprie condizioni e che hanno interesse nel nascondere il proprio impatto ambientale fornendo informazioni incomplete e fuorvianti attraverso pratiche di *greenwashing*. Questa dinamica si lega anche alle incertezze e alle controversie scientifiche di cui al paragrafo precedente:

“le analisi del ciclo di vita, i modelli, le valutazioni di rischio e altri strumenti delle scienze naturali puntano a razionalizzare, oggettivare e aggregare l’informazione ambientale relativamente a prodotti e processi. Ma le scienze naturali e i loro strumenti non sono state fondamentalmente in grado di eliminare i problemi di incertezza percepita, per esempio rispetto al cambiamento climatico, agli OGM, alla mucca pazza, o alle sostanze tossiche presenti nella plastica o nel cibo” (Mol 2008: 186).

Questo quadro di indeterminatezza ha cioè consentito ad alcuni attori di screditare certe visioni allarmiste e dunque di minimizzare determinate questioni, anche se assolutamente reali. Infine, la dimensione commerciale di queste pratiche di etichettatura

implica anche la loro valorizzazione in termini pubblicitari, un processo che può sfociare nella loro falsificazione. Anche in questo caso, la comunicazione pubblica e commerciale delle aziende trova nei mezzi digitali un potente strumento per comunicare di più, ma non necessariamente meglio. In definitiva, Mol sottolinea l'importanza dell'informazione, e di conseguenza delle tecnologie informatiche e dei media digitali in generale, nell'aver introdotto come mai prima la questione ambientale nel settore economico. Tuttavia precisa che bisogna essere cauti rispetto al contributo concreto di tutto ciò verso la sostenibilità ambientale. Non basta che a controllare e sorvegliare il settore privato siano i cittadini e le ONG: essenziale rimane il ruolo dello Stato, che deve farsi garante della qualità dell'informazione ambientale e farsi promotore di una maggiore univocità e standardizzazione.

In conclusione, il digitale ha trasformato l'ecologia sociale e politica sotto innumerevoli profili: dalla semplice informazione alla comunicazione, dall'attivismo ad altre forme di partecipazione e dalle politiche ambientali alla *green economy*, non c'è aspetto o attore della *governance* ambientale che non sia stato investito dalla digitalizzazione. Pur non avendo un impatto valutabile negativamente o positivamente a priori, l'evoluzione digitale dell'ecologia pone nei suoi contesti concreti una serie di problemi di cui tener conto. Nel momento in cui la comunicazione e l'azione sociale sull'ambiente diventano digitali, il perdurare, o meglio, il continuo aggravarsi della crisi ecologica e climatica diventa un potenziale indicatore di un fallimento a cui urge rimediare.

3.2 Ecologizzazione del digitale: la crisi digitale è una questione ambientale?

Nella sezione precedente è stata illustrata una selezione della letteratura dedicata all'analisi delle possibilità e delle criticità derivanti dalla digitalizzazione dell'ecologia scientifica e di quella socio-politica. Ciò ha permesso di valutare l'ipotesi (ulteriormente approfondita nei §§ 4.1 e 4.2) che il perdurare della crisi ambientale sia almeno in parte riconducibile alle dinamiche caratteristiche di una scienza e di una partecipazione sempre più digitali. Nei prossimi due paragrafi la prospettiva verrà ribaltata, esaminando le fonti che affrontano l'ecologizzazione del digitale – inteso sia come processo socio-tecnico di

mitigazione degli effetti ambientali diretti delle ICT digitali, sia come loro evoluzione nel senso di ambienti informazionali – per valutare l’ipotesi che l’attenzione scientifica e politica verso l’ambiente abbia influenzato (e possa farlo ancora in futuro) lo sviluppo del digitale.

3.2.1 Il *greening* del digitale

Come abbiamo visto nel §2.2, le tecnologie digitali – pur consentendo di ottimizzare le performance ambientali di numerose attività e, dunque, di avere degli effetti positivi indiretti sull’ambiente – presentano una irriducibile immaterialità che si traduce in effetti diretti negativi quali il consumo di risorse ed energia nonché l’accumulo e la dispersione di sostanze tossiche nell’ambiente. Pur trattandosi di un’operazione importantissima sotto diversi punti di vista, la quantificazione dell’impatto ambientale delle ICT digitali è un compito che, spettando alle scienze naturali, fisiche e ingegneristiche, non ha di per sé particolare rilevanza sociologica. La questione può però assumere un interesse sociologico se si osserva la diversità di pratiche con cui diversi gruppi sociali cercano di mitigare gli effetti negativi del digitale sull’ambiente, contribuendo all’evoluzione di dispositivi e infrastrutture. Questo specifico tema, al momento, non sembra trovare particolare spazio nella letteratura delle scienze sociali. Un tentativo di conferire rilevanza sociologica alle pratiche di mitigazione ambientale delle ICT verrà dunque avanzato in questo lavoro, specificamente nel §4.3. In questo paragrafo ci si limiterà pertanto a prendere in esame due categorie di fonti che possono risultare utili a tale scopo, fornendo alcuni concetti-chiave da integrare successivamente. La prima categoria, rappresentata dalla letteratura relativa al cosiddetto *Green IT*, permette di entrare nel merito delle pratiche di mitigazione, illustrandone la varietà e il contenuto senza tuttavia adottare uno sguardo sociologico. Viceversa, la seconda categoria, rappresentata dai *Maintenance and Repair Studies*, indirizza sociologicamente le attività di riparazione e manutenzione applicandole però solo in maniera marginale all’impatto ambientale di dispositivi e infrastrutture digitali. Vediamo più nel dettaglio.

Il ***Green IT*** (o *green computing*, traducibile in italiano come ‘informatica verde’) è, come suggerisce il nome, un campo di ricerca e sviluppo teso a ridurre l’impatto ambientale dei dispositivi e dei sistemi informatici attraverso diverse soluzioni. Il *Green*

IT è infatti “lo studio e la pratica del design, della produzione, dell’uso e dello smaltimento efficace ed efficiente di computer, server e relativi sottosistemi – come monitor, stampanti, supporti di memoria e sistemi di comunicazione e networking – con basso o nullo impatto ambientale” (Murugesan 2008: 25-26, tda). Una delle prime iniziative ad aver espressamente stimolato la ricerca di soluzioni per il *greening* del digitale è provenuta dagli Stati Uniti, dove nel 1992 l’*Environmental Protection Agency* (EPA) lanciò il progetto di etichettatura *Energy Star* per favorire l’efficientamento energetico dei dispositivi, in particolar modo dei monitor. Tra i più noti risultati di questa iniziativa ci sono lo sviluppo e la diffusa adozione della modalità *stand-by*, una soluzione software con cui il dispositivo, dopo un certo tempo di inutilizzo, sospende la propria attività per risparmiare energia. Grazie al successo di questa iniziativa l’espressione *green computing* inizia ad essere usata sempre più spesso nel mondo dell’informatica, nelle aziende e nelle istituzioni. Un’altra tappa fondamentale nello sviluppo di questo settore di ricerca è infatti rappresentata dai provvedimenti con cui l’Unione Europea, dieci anni dopo *Energy Star*, ha introdotto e affrontato il tema dei rifiuti elettronici. In particolare, con due importanti direttive (la 2002/95/EC⁴³ e la 2002/96/EC⁴⁴), l’Unione ha ristretto la possibilità di utilizzare elementi tossici come il piombo, il mercurio, il cadmio e certi ritardanti di fiamma, introducendo inoltre il principio di responsabilità dei produttori nel ritiro e nello smaltimento dei dispositivi esausti. A partire dal nuovo millennio il *Green IT* si è quindi arricchito di nuovi obiettivi, applicazioni, pratiche, strategie e innovazioni che hanno portato ad uno sviluppo “olistico” (Murugesan 2008: 27) della disciplina, incentrata sull’intero ciclo di vita dei dispositivi e quindi sulle fasi di progettazione/design, produzione, utilizzo e dismissione.

Nella fase di design, obiettivo del *Green IT* è “ridurre l’impatto ambientale dei computer adottando nuove tecnologie e materiali, bilanciando la compatibilità ambientale con la fattibilità economica e la performance” (Murugesan 2008: 30, tda). Sono esempi di **eco-design** la ricerca, la sperimentazione e l’impiego di materiali a ridotta tossicità e impatto ambientale, come le bioplastiche; l’innovazione hardware, come il passaggio dai processori *single-core* ai *dual* e *quad-core* (che migliorano le performance computazionali risparmiando energia, contrariamente al vecchio sistema in cui si

⁴³ Restriction of Hazardous Substances (RoHS)

⁴⁴ Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)

aumentava la frequenza delle operazioni del chip) e la sostituzione delle memorie HDD con SSD senza parti meccaniche in movimento; lo sviluppo di apposite soluzioni software, come il già citato *stand-by*, e lo snellimento dei sistemi operativi; infine, la progettazione modulare dei dispositivi, ovvero la possibilità di sostituire facilmente i componenti in caso di malfunzionamento o necessità di miglioramento. Rispetto alla fase di **produzione**, viene raccomandato l'utilizzo di energie da fonti rinnovabili e, più in generale, il conseguimento di una manifattura a zero emissioni attraverso politiche aziendali di compensazione delle emissioni, per esempio attuando progetti di riforestazione. Altro fattore importante per una produzione più pulita è il recupero di materie prime secondarie, ovvero ricavate tramite il riciclo e il trattamento dei dispositivi esausti. Questo processo agisce positivamente anche sulla fase di **dismissione**, dove per mitigare il problema degli *e-waste* sono importanti anche il riuso (donazione in beneficenza, compra-vendita dell'usato) e il ricondizionamento (*refurbishment*), che consiste nel ritiro (principalmente da aziende e uffici pubblici) di lotti di computer usati ma ancora funzionanti, che vengono resettati, testati e rimessi in vendita a prezzo agevolato. Nella fase di **utilizzo**, l'informatica sostenibile, oltre a suggerire la scelta di prodotti dal design più *green*, invita l'utente ad adottare le comuni pratiche di risparmio energetico, come per esempio spegnere il dispositivo ogni volta che è possibile o abbassare la luminosità dello schermo. Una raccomandazione più peculiare riguarda l'uso dei software *open source* che, contrariamente ai software proprietari, richiedono meno aggiornamenti, hanno licenze d'uso meno stringenti e quindi agevolano enormemente la donazione e il riuso dei PC, allungandone il ciclo di vita (cfr. Sissa 2008: 96-100). Per aziende e uffici il *Green IT* consiglia invece la scelta dei *thin-client*, computer dalla funzionalità ridotte ma che, essendo connessi a un nodo centrale, costituiscono interfacce sufficienti per i più comuni compiti.

Tuttavia, come abbiamo visto nel §2.2, la maggior parte del consumo energetico e delle emissioni riconducibili al settore ICT non dipende più dai singoli dispositivi ma dalla loro connessione in rete. Per questo ha assunto sempre maggiore importanza, nell'ambito del *Green IT*, il cosiddetto **Green Web**, ovvero la mitigazione degli effetti ambientali delle infrastrutture e dei *data center*, che richiedono un gran quantitativo di energia necessario per essere alimentati e raffreddati. Anche in questo caso il *greening* può avvenire attraverso diverse strategie. Un primo livello di soluzioni riguarda la

localizzazione e le caratteristiche degli edifici che ospitano i server. Data la necessità di energia e basse temperature, infatti, le località fredde o con accesso immediato ad abbondanti fonti di acqua sono diventate molto ambite (l'Islanda è uno dei territori al momento più gettonati in Europa, come pure la regione dei Grandi Laghi negli USA, dove Amazon localizza molti suoi *data center*). Di recente Microsoft ha persino sperimentato con successo l'uso di *container* sottomarini per alloggiare i propri *server* sul fondo del mare⁴⁵. Oltre alla collocazione fisica, sono chiaramente cruciali per l'efficienza energetica dei *data center* anche le caratteristiche degli edifici che li ospitano. Le principali innovazioni in questo senso riguardano l'impiego di energie rinnovabili per il funzionamento degli impianti e l'utilizzo di rivestimenti esterni in grado di assorbire meno calore e luce. Un secondo tipo di soluzioni, di carattere più prettamente informatico, riguarda la virtualizzazione dei server e il miglioramento degli algoritmi, la cui efficienza può comportare rilevanti risparmi in termini di impegno computazionale ed energetico. Infine, come già accennato a proposito della produzione dei dispositivi, un altro insieme di strumenti utili a mitigare gli effetti negativi dell'infrastruttura digitale sull'ambiente riguarda l'adozione di strategie di compensazione delle emissioni, per esempio attraverso progetti di riforestazione.

A primo acchito, il *Green IT* e il *Green Web* possono sembrare due ambiti di R&D marginali, a cui magari si dedica solo un manipolo di ingegneri particolarmente sensibili alle questioni ambientali. Non è così. L'innovazione *green* dei dispositivi e delle infrastrutture digitali è infatti ormai entrata a pieno titolo nella strategia di tutte le imprese, dai grandi produttori e *provider* di servizi digitali (come i *Big Five*) a tutte quelle strutture che dispongono di una propria dotazione informatica (come per esempio università, banche, istituzioni pubbliche e grandi aziende). I motivi alla base di questo processo sono vari. Chiaramente la crescente consapevolezza della crisi ecologica, come anche l'evoluzione dei quadri normativi che hanno imposto requisiti più stringenti in termini di performance ambientali, rappresentano fattori importanti. Ma tra i principali *drivers* del *green computing* vi sono anche motivazioni di carattere economico (spese minori, brandizzazione) e logistico-organizzativo (risparmio di spazio e miglioramento delle performance, cfr. fig. 20 e Baroudi 2009: 5-6).

⁴⁵ Roach, J. (14/09/2020): <https://tinyurl.com/y5345rkc>

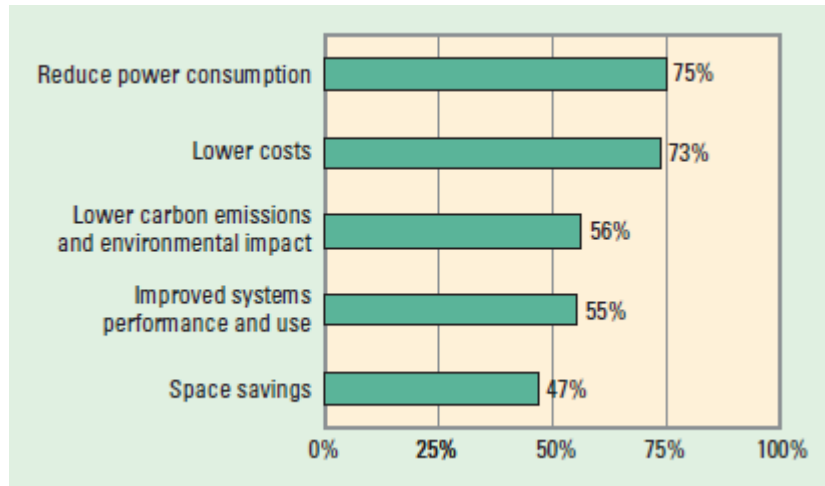


Fig. 20 - Principali motivazioni per l'adozione del Green IT (Murugesan 2008: 26)

Inoltre, vi è una crescente attenzione del mondo politico e sociale attorno alle pratiche di mitigazione ambientale delle ICT. All'etichetta *Energy Star* del 1992 e alle direttive CE del 2002 si sono infatti affiancati una gran quantità di progetti, standard e iniziative analoghe. Tra le principali c'è EPEAT (*Electronic Product Environmental Assessment Tool*), una certificazione delle performance ambientali che, classificando dispositivi come computer, notebook e monitor sulla base di 51 criteri, ha permesso di “risparmiare ben 13,7 miliardi di kWh di elettricità, 24,4 milioni di tonnellate di materiale (...) l'emissione di 56,5 milioni di tonnellate di inquinanti in atmosfera e 118.000 tonnellate di inquinanti in acqua, [ha ridotto] l'uso di materiali tossici (...) di 1.000 tonnellate circa, ed evitato di conseguenza lo smaltimento di 41.000 tonnellate di rifiuti pericolosi” (Sissa 2008: 130). Anche il coinvolgimento delle ONG ambientaliste su questa specifica tematica è crescente. Tra i report più completi rispetto agli avanzamenti del *Green Web* ci sono infatti quelli redatti da Greenpeace, che annualmente classifica produttori di dispositivi e *provider* di servizi digitali sulla base di numerosi fattori, dalla trasparenza delle loro rendicontazioni ambientali all'uso di energie rinnovabili.

Un secondo tipo di letteratura da cui attingere concetti e prospettive utili all'analisi sociologica del *greening* digitale che verrà avanzata nel §4.3 proviene dal campo STS dei cosiddetti *Maintenance and Repair Studies*. Quest'ambito di ricerca, che come suggerisce il nome si focalizza sulle pratiche di manutenzione e riparazione della tecnologia, permette di analizzare le relazioni e le attività che si instaurano lungo tutto il ciclo di vita di un dispositivo o di un'infrastruttura, e non solo durante la fase iniziale in

cui essi rappresentano un'innovazione. Riparazione e manutenzione consentono infatti “agli oggetti tecnici di «vivere» nella società: nella loro esistenza quotidiana le tecnologie si deteriorano, smettono di funzionare e richiedono di essere costantemente riparate. Si tratta di un lavoro ordinario, ma fondamentale, che rimane invisibile quando l'analisi è troppo sbilanciata sul «nuovo»” (Minniti 2020: 123). Questo tipo di attività è spesso svolto da tecnici specializzati, ma alle volte viene eseguito anche dagli utenti, con implicazioni importanti. Manutenzione e riparazione non sono infatti pratiche esclusivamente conservative, ma possono diventare anche fonte di innovazione (Jackson 2014) perché “riparando le tecnologie, gli utilizzatori imparano a conoscere i principi di costruzione e funzionamento in maniera più profonda e acquisiscono abilità tecniche che permettono di modificare e innovare oggetti tecnici progettati da altri” (Minniti 2020: 124). A causa dei ritmi incessanti con cui procede l'obsolescenza tecnologica, e grazie alla maggiore reperibilità di informazioni tecniche, la riparazione sta assumendo una rilevanza sempre maggiore, delineandosi persino come un terreno di scontro politico attraverso movimenti che sostengono il diritto alla riparazione osteggiato invece dalle grandi aziende di settore che favoriscono l'obsolescenza dei dispositivi. A sostenere tale diritto non ci sono solo motivazioni di carattere economico ma anche ambientale, poiché la riparazione consente di allungare il ciclo di vita dei dispositivi, intervenendo sul problema delle emissioni dovute alla produzione e sull'accumulo incontrollato di rifiuti elettronici (Graham, Thrift 2007; Graziano, Trogal 2019).

Nell'ambito dei *Repair Studies*, tuttavia, i temi della riparazione e dell'innovazione si intrecciano molto raramente e solo marginalmente con quelli della tutela e dell'impatto ambientale. Per esempio, il lavoro etnografico condotto da Callen e Sánchez Criado (2015) su diverse esperienze di recupero e ripristino di materiale elettronico si concentra su queste pratiche offrendone una tipologizzazione basata sulle diverse procedure e sui test che vengono effettuati. Manca, in questo lavoro e nella letteratura in generale, una riflessione, anche solo retrospettiva, su come queste pratiche di ecologizzazione possano determinare l'evoluzione e l'innovazione dei dispositivi e delle infrastrutture. L'obiettivo del §4.3 sarà esattamente quello di integrare i concetti di innovazione, impatto ambientale e manutenzione per mostrare, tramite l'approccio SCOT, che il *Green IT* e la riparazione rappresentano due poli opposti di un *continuum*

nel quale l'ecologia e l'attenzione per l'ambiente rappresentano un fattore chiave per l'evoluzione di dispositivi e reti digitali.

3.2.2 Il digitale come ambiente

Oltre ai diversi modi con cui è possibile mitigare l'impatto ambientale delle ICT, nella categoria dell'ecologizzazione digitale può rientrare anche un altro processo, che riguarda il "farsi ambiente" dei media. Si tratta di una dinamica ancor più vasta di quelle, già abbastanza ampie, appena prese in considerazione nei tre paragrafi precedenti. Abbiamo visto nel §2.3.1, infatti, che lo sviluppo in senso ambientale delle ICT rappresenta l'oggetto precipuo di un intero campo di studi, l'ecologia dei media, che nel corso del tempo si è arricchito di nuove tematiche. Infatti, se nella sua fase iniziale rappresentata dalla *Medium Theory* sviluppatasi tra gli anni '50 e '80, l'ecologia dei media si concentrava, per ovvi motivi storici, sulla già sconfinata categoria dei mezzi di comunicazione tradizionali e analogici, l'impetuoso sviluppo della digitalizzazione verificatosi a partire dagli anni '90 ne ha ulteriormente espanso il campo di indagine. Offrire una revisione esaustiva della letteratura interessata a questo processo è quindi impossibile, almeno in questa sede, dove possiamo tuttavia limitarci all'individuazione di alcune tematiche-chiave emerse negli ultimi decenni e utili all'analisi proposta nel §4.4. Il farsi ambiente del digitale presenta infatti due aspetti fondamentali, diversi ma indissolubilmente intrecciati. Il primo riguarda la crescente **disseminazione dei media digitali** nell'ambiente fisico, un processo tale per cui si può parlare, abbastanza indifferentemente, di ambienti mediatizzati, medialità o *mediascapes*; il secondo aspetto concerne invece lo sviluppo delle tecnologie digitali nei termini di ambienti informativi: si fa riferimento, in questo caso, a media ecologici o eco-media.

Per quanto riguarda il primo aspetto, il punto focale non sta tanto nella portata quantitativa del fenomeno, già di per sé rilevante e forse senza precedenti nella storia, bensì nelle sue implicazioni culturali. Tutti i media – che siano essi nuovi o vecchi, analogici o tradizionali, dispositivi o infrastrutture – esistono in quanto artefatti materiali presenti in uno spazio fisico sul quale agiscono, trasformandolo e conferendogli un'identità permanente o temporanea. Con la scrittura, per esempio, sono nati gli archivi; le librerie non esisterebbero senza la stampa; le sale da cinema e i drive-in derivano dal

cinematografo dei Lumière; il paesaggio urbano è continuamente modificato dalla cartellonistica stradale e la televisione ha profondamente modificato l'assetto delle nostre case. Gli esempi potrebbero continuare a lungo per indicare le numerosissime situazioni in cui un medium, o un insieme di media, definiscono l'essenza e le pratiche di un luogo – che sia esso una cabina telefonica, una sala giochi o un'intera città. Per descrivere quei luoghi in cui “un medium è intimamente integrato in uno spazio, o ne costituisce una presenza essenziale”, il mediologo Francesco Casetti (2018: 118) utilizza il termine *mediascape*, mutuandolo dal sociologo Arjun Appadurai (1990) e ridefinendolo. Infatti, mentre quest'ultimo “pensava a una concentrazione di strumenti di comunicazione e di espressione in un mondo dominato da flussi” Casetti considera “il mediascape come un ambiente che promuove o facilita la mediazione tra individui e tra loro e il mondo grazie a una serie di artefatti, prevalentemente tecnologici, che prendono posto in questo ambiente e letteralmente lo «innervano»” (Casetti 2018: 118). In questo processo, le peculiarità della digitalizzazione sono rappresentate dalla convergenza multimediale (Jenkins 2007), che ha permesso ai media analogici di migrare verso quelli digitali, dando vita ad ambienti mediali nuovi e ibridi. Grazie al digitale, oggi si può per esempio guardare un film tanto al cinema quanto su una panchina in un parco, così come si può acquistare un album musicale in un negozio fisico o su iTunes mentre ci si trova al ristorante. Anche in questo caso gli esempi potrebbero continuare molto a lungo ma il punto essenziale è che con il digitale, “nonostante le tecnologie sembrano diventare rapidamente obsolete, i media oggi tendono a non morire: semmai si rilocano. (...) Spostandosi, un medium crea un tipo di situazione inedita che fonda un nuovo mediascape” (Casetti 2018: 131). Dato l'enorme incremento della connettività mobile e delle mobilità digitali (Urry 2007), le tecnologie digitali stanno saturando l'ambiente, creando nuovi spazi, riconfigurando quelli pre-esistenti e attuando, in forme anche assai variegata, il progetto dell'*ubiquitous computing* (Pellegrino 2018). Da questo punto di vista, l'ecologizzazione del digitale come infrastrutturazione relazionale e sistemica è un processo molto avanzato.

Il secondo aspetto relativo al farsi ambiente del digitale, strettamente connesso al primo, riguarda la sua crescente capacità di **rappresentare l'ambiente**, offrendo all'utente esperienze sensoriali immersive. Rispetto a questo processo, la disseminazione dei media nello spazio fisico di cui si è appena parlato è una condizione essenziale: se

possiamo vedere in diretta quanto accade sulla cima di una montagna o per le strade di una qualunque metropoli è perché ci sono webcam installate nei luoghi più remoti del Pianeta e smartphone disseminati praticamente ovunque ci sia un individuo. Tuttavia la presenza ubiqua di reti e dispositivi nello spazio fisico è una condizione necessaria ma non sufficiente: occorre anche che le loro proprietà tecniche e la loro architettura logica siano in grado di restituire rappresentazioni crescentemente accurate dell'ambiente. Lo sviluppo storico dei media digitali è cioè teso a un crescente perfezionamento della riproduzione della realtà fisica in una realtà virtuale. Ciò è vero sia in riferimento alla possibilità di riprodurre e trasmettere in maniera sempre più fedele le immagini e i suoni dell'ambiente fisico (basti pensare al progressivo miglioramento della risoluzione nelle fotocamere digitali, allo sviluppo dei video immersivi a 360°, oppure alla mappatura planetaria di Google Maps) sia in riferimento alla costruzione di ambienti interamente digitali che tuttavia si ispirano a elementi dello spazio fisico. Per comprendere quest'ultimo passaggio è utile pensare allo sviluppo storico di sistemi operativi, software, piattaforme e videogiochi (cfr. §4.4). In ogni caso, la virtualità e i simulacri digitali sono oggetto di un'ampia letteratura, che ha tra i suoi principali esponenti autori cosiddetti postmoderni come Lyotard e Baudrillard, nonché di un'ampia produzione popolare, esemplificata dal celeberrimo film *The Matrix*. Tuttavia, al di là delle suggestioni postmoderne e tendenzialmente apocalittiche, è utile pensare alla virtualizzazione come a un processo reale, derivante dalle pratiche di datificazione e risultante nella creazione e nell'utilizzo di eco-media, ovvero di “media che manifestano le caratteristiche degli ambienti naturali e pertanto possono darsi come sfondo impercettibile e dato per scontato dagli organismi che lo abitano” (Parisi 2019: 38). Provando a quantificare l'entità della datificazione che caratterizza l'infosfera, Floridi riporta che l'umanità ha accumulato

“approssimativamente 12 esabyte di dati nel corso della storia fino alla diffusione dei computer e, a partire da questa, 180 esabyte già entro il 2006. Secondo uno studio più recente, il totale è cresciuto fino a più di 1600 esabyte tra il 2006 e il 2011, oltrepassando in tal modo la soglia dello zettabyte (1000 esabyte). Questo numero tende a crescere di quattro volte pressappoco ogni tre anni, cosicché si sono raggiunti gli 8 zettabyte di dati entro il 2015. Ogni giorno viene generato un numero

sufficiente di dati da riempire tutte le biblioteche americane più di otto volte” (Floridi 2017:13).

Ad oggi lo scenario è oltre ogni aspettativa. Le stime più aggiornate riferiscono infatti che nel solo 2018 siano stati prodotti 33 zettabytes di dati, con una proiezione di crescita fino a 175 ZB nel 2025 (Reinsel et al. 2018: 6) ma si tratta probabilmente di una forte sottovalutazione, dato che questi studi sono precedenti allo tsunami digitale verificatosi in risposta alla pandemia da Covid-19. La raccolta, la conservazione e l’accesso ad una tale mole di informazioni ha un costo molto rilevante non solo a livello ecologico, come illustrato nel §2.2, ma anche sociale: fughe di dati, sorveglianza, frodi online, contenuti illegali e fake news sono solo alcuni esempi di un **inquinamento digitale** che non è solo fisico ma anche comunicativo e simbolico (Floridi 2020: 71-77; Colombo 2020: 61-65). Pensare i media digitali come degli ambienti significa quindi anche concepire i problemi sociali tipicamente connessi alla crisi digitale come problemi ecologici. Alla luce delle criticità ecosistemiche del digitale, si sta dunque gradualmente delineando l’idea di adottare un “ambientalismo digitale”, inteso come formulazione di “un quadro etico che possa trattare l’infosfera come un nuovo ambiente meritevole di cura e di attenzione morale”(Floridi 2017: 254), ovvero una “sostenibilità digitale” attraverso cui definire “le modalità con le quali si dovrà sviluppare la tecnologia digitale affinché essa contribuisca alla creazione di un mondo migliore, sia rispetto alla sua natura sia rispetto al suo ruolo strumentale ad ambiente, economia e società” (Epifani 2020: 301). Il tema della cura, già introdotto nell’etica dei media dal sociologo Nick Couldry (2013) per sottolineare come attraverso essi si possa “generare riconoscimento reciproco e dare ospitalità all’altro” (Pellegrino 2018: 148), sta quindi lentamente espandendo la sua portata, arrivando a concepire i media digitali non solo come strumenti *per curare*, ma anche come oggetti *da curare* e tutelare, in maniera del tutto simile all’ambiente naturale. Si tratta di un importante cambio di prospettiva che, unitamente alla mitigazione dell’impatto ambientale delle ICT, consentirebbe di pensare e affrontare i problemi del digitale come questioni prettamente ecologiche. Tuttavia, se il *greening* del digitale rappresenta un processo sociotecnico ormai abbastanza consolidato, l’ecologizzazione e la cura dei *mediascapes* digitali risultano processi appena avviati e ancora molto arretrati, per i quali urge accelerare.

CAPITOLO IV

ECOLOGIE DIGITALI E MEDIA ECOLOGICI: I CASI- STUDIO E I RISULTATI

Nel terzo capitolo è stata offerta una selezione di quella letteratura che, articolando il rapporto tra ambiente e digitale oltre la questione dell'impatto, ha trattato le categorie analitiche dell'ecologia digitale e dei media ecologici in maniera più o meno diretta e, in certi casi, in chiave STS. In questo capitolo vengono invece illustrati i risultati dell'indagine condotta empiricamente su questi temi, confrontandoli e mettendoli in dialogo con quelli della letteratura presa in esame.

Sul piano empirico, la ricerca si è avvalsa principalmente di ventisei interviste semi-strutturate, condotte nell'arco di ventuno mesi tra l'agosto 2019 e il maggio 2021. Gli intervistati possono essere suddivisi in due categorie principali. La prima rappresenta il vero e proprio oggetto di analisi della ricerca ed è costituita da 16 attori sociali, ovvero da 11 ricercatori impegnati, a diverso titolo, nel campo delle scienze ambientali presso alcune istituzioni universitarie dell'Italia centro-meridionale e da altre 5 persone attive, anche in questo caso sotto diversi profili, in qualche forma di ecologia sociale e politica. La seconda categoria di intervistati è invece rappresentata da 10 testimoni privilegiati, ovvero da soggetti esperti nelle tematiche proposte in questo elaborato o in questioni strettamente affini. Si tratta soprattutto di scienziati sociali attivi nel campo della sociologia dei media presso istituzioni italiane e straniere, ma rientrano in questa categoria anche le conversazioni avute con un divulgatore scientifico e un informatico professionista. Più che costituire un oggetto di analisi, questo secondo tipo di interviste ha rappresentato uno strumento di studio, ovvero un mezzo conoscitivo ed esplorativo che ha consentito di sondare un campo ancora poco esplorato quale il rapporto tra ambiente e digitale.

L'età media degli intervistati è di 42 anni, mentre il genere preponderante è quello maschile (6 donne su 26 intervistati). Il primo dato esprime un buon equilibrio anagrafico

nel campione che, essendo composto sia da giovani ricercatori che da professori esperti, riflette anche la pluralità di usi e concezioni del digitale nella pratica scientifica. Aver potuto conversare con scienziati di età ed esperienze diverse ha certamente aumentato la redditività cognitiva delle interviste. Lo stesso non si può purtroppo dire rispetto alla suddivisione di genere, laddove quello femminile risulta decisamente sotto-rappresentato. Ciò è dovuto principalmente a due motivi. Il primo riguarda la disparità di genere che affligge l'università italiana, specialmente nelle scienze fisiche⁴⁶. Sebbene il campione utilizzato in questa ricerca non sia statisticamente significativo, lo squilibrio che lo caratterizza riflette quello della popolazione generale, laddove le donne rappresentano una netta minoranza anche nei dipartimenti e nelle strutture oggetto del presente studio. Tale disparità si rintraccia non solo tra gli attori sociali intervistati, quindi nel campo delle scienze naturali, ma anche tra i testimoni privilegiati, e quindi nel campo delle scienze sociali. Gli esperti in sociologia dell'ambiente e dei media che sono stati intervistati sono infatti tutti di genere maschile. Ciò ovviamente non significa che non vi siano valide figure femminili in queste campi disciplinari, ma piuttosto che il più ristretto cerchio delle tematiche prese in considerazione da questa ricerca è, al momento, appannaggio quasi esclusivamente del genere maschile. Il secondo motivo con cui spiegare tale squilibrio riguarda invece gli obiettivi euristici di questo lavoro che, basandosi sugli interrogativi esplicitati nei capitoli precedenti, non conferisce alla questione di genere un ruolo dirimente all'interno delle domande di ricerca. Ciò ovviamente non esclude la possibilità di arricchire, in futuro, l'analisi del rapporto tra ambiente e digitale privilegiando prospettive afferenti ai *Gender Studies*.

Le interviste sono state condotte principalmente online (22 su 26) a causa delle restrizioni dovute all'emergenza sanitaria. In ogni caso esse sono state registrate con il consenso degli interlocutori e trascritte per facilitarne l'analisi. Per garantire l'anonimato degli intervistati sono state utilizzate, al posto dei loro nomi, delle iniziali fittizie seguite da un numero che ne indica l'età approssimativa, mentre ogni riferimento a luoghi, persone o cose che possa ricondurre all'identità degli intervistati è stato eliminato.

La ristrettezza del campione su cui si basa la ricerca ne riflette gli obiettivi cognitivi e il fabbisogno informativo: data la scarsa attenzione della letteratura ai temi

⁴⁶ Sabelli, C. (15/01/2021): <https://tinyurl.com/mrm3k77t>

dell'ecologia digitale e dei media ecologici, l'atteggiamento verso questi concetti e verso gli intervistati è stato esplorativo, aperto e teso all'approfondimento *in itinere*. Le tracce delle interviste sono cioè state definite solo sulla base di contenuti ampi e generali che sono stati adattati, specificati e dettagliati di volta in volta, con flessibilità, in base ai *feedback* e all'atteggiamento degli intervistati. Generalmente, agli attori sociali è stato chiesto innanzitutto di presentare brevemente se stessi, i propri interessi, la propria attività e la loro giornata-tipo. Dopo eventuali chiarimenti su temi specifici legati al percorso biografico, professionale e alla propria *expertise*, è stato chiesto di soffermarsi sugli strumenti digitali utilizzati, descrivendoli nelle loro pratiche di utilizzo e alle volte perfino nella loro materialità. Ciò, come vedremo, ha spesso causato disorientamento ed è stato pertanto necessario invitare l'intervistato a riflettere su specifici media. Infine, altro elemento caratterizzante delle interviste è stata la richiesta di problematizzare quanto riferito in merito al digitale, raccontando episodi di inconvenienti tecnici o ampliando la riflessione su aspetti più generali e meno connessi alla loro specifica attività. Agli intervistati è sempre stata lasciata massima libertà di espressione, evitando interruzioni ed aspettando che concludessero i propri ragionamenti. Tuttavia, come si accennava in introduzione, l'inedita situazione di isolamento legata all'emergenza sanitaria, e il conseguente utilizzo di canali digitali per lo svolgimento delle interviste e di altre attività, ha spesso rischiato di monopolizzare le conversazioni, o quantomeno di dirottarle frequentemente sugli aspetti legati alla crisi pandemica. Questa circostanza, più di altre, ha posto in alcuni casi la necessità di dirigere l'intervista con interventi più frequenti, riportandola sui binari previsti. Avendo tutt'altro scopo conoscitivo, le interviste ai testimoni privilegiati hanno seguito uno schema del tutto differente, basato su un'esplicita discussione del progetto di ricerca, delle sue tematiche e del quadro teorico costruito. Chiaramente, le conversazioni si sono di volta in volta incentrate su aspetti diversi del rapporto tra ambiente e digitale, a seconda della specializzazione dell'intervistato.

Data la scarsa strutturazione delle interviste, il quadro teorico presentato nei capitoli precedenti è servito a derivare ipotesi da controllare, ma solo a livello preliminare. Il suo impiego principale è stato piuttosto quello di favorire l'interpretazione e la significazione *ex post* delle informazioni rilevate. L'analisi dei testi, quindi, non è stata finalizzata in alcun modo all'individuazione di frequenze o relazioni statistiche ma a far emergere concetti, rappresentazioni, espressioni significative e – per quanto possibile,

data l'impossibilità di un'etnografia – pratiche. L'esposizione dei risultati, di conseguenza, segue un'impostazione analitica e narrativa, riferita ai singoli casi attraverso appositi stralci di intervista ritenuti particolarmente indicativi che, quando riportati testualmente, verranno indicati con le iniziali dell'intervistato tra parentesi.

A supporto delle interviste, il capitolo si avvale dell'utilizzo di diverso materiale documentale, anch'esso raccolto principalmente online a causa dell'emergenza sanitaria e costituito in massima parte da articoli di giornale, immagini divulgative e pubblicitarie, videoreportage, *public speech* e post su blog o social media. Dopo esser stato individuato, tale materiale è stato raccolto, classificato e associato alle due categorie analitiche e ai quattro processi che costituiscono il quadro teorico di riferimento. Tale quadro ha costituito la matrice a partire dalla quale i documenti sono stati interpretati, attraverso gli approcci teorici presentati sin qui. Maggiori dettagli sulla natura di tali documenti e sulla procedura analitica utilizzati sono forniti all'inizio dei rispettivi paragrafi.

La suddivisione del capitolo in quattro sezioni riflette l'articolazione già adoperata nel terzo capitolo proprio rispetto alle categorie analitiche portanti e ai quattro processi che esse presiedono. Per facilitare la lettura e la consultazione del testo, nei prossimi quattro paragrafi il grassetto verrà utilizzato, come fatto finora, per scandire i principali passaggi nell'esposizione e nell'articolazione degli argomenti evidenziando espressioni, parole-chiave, nomi di intervistati o casi-studio analizzati, ma anche per indicare la presenza o la mobilitazione di concetti richiamati nella *literature review* dei capitoli precedenti.

4.1 La digitalizzazione dell'ecologia scientifica

Il processo di digitalizzazione dell'ecologia scientifica è stato indagato ricorrendo principalmente allo strumento dell'intervista. Il campione è qui costituito da 12 soggetti. Tra questi vi sono quattro entomologi che condividono lo stesso laboratorio, tre ecotossicologi (di cui due afferiscono alla stessa struttura), un biologo vegetale, un geopaleontologo, un chimico, un idrologo e, come testimone privilegiato, un divulgatore scientifico. La composizione del campione è molto varia sia in termini di specializzazione che di qualifiche ed età. Ciò consente di valutare il processo di digitalizzazione dell'ecologia scientifica tenendo conto dei diversi ruoli in cui si struttura l'impresa

scientifico, della diversità che intercorre tra le generazioni in merito all'uso del digitale e delle specificità di diverse discipline ambientali. Tuttavia, le qualifiche professionali degli intervistati verranno richiamate solo se funzionali all'argomentazione: in caso contrario, i soggetti vengono semplicemente indicati con le iniziali e l'età. A integrazione delle interviste è stato impiegato del materiale documentale rappresentato da immagini di apparecchiature, software, testi e altri media utilizzati nei laboratori nonché documenti di stampo divulgativo pubblicato da testate giornalistiche. Nel primo caso si tratta di immagini utilizzate a mero fine esemplificativo mentre, nel secondo caso, il materiale trascritto rappresenta, in maniera simile al testo delle interviste, un indicatore delle tendenze e dei processi analizzati.

4.1.1 Un'infrastruttura invisibile

Partiamo da un risultato della ricerca rivelatosi evidente sin da subito e che conferma una delle ipotesi fondamentali degli STS e in particolare dell'approccio ecologico alle infrastrutture: il digitale, considerato nel suo insieme, è **un'infrastruttura invisibile**. Molti intervistati, infatti, hanno espresso difficoltà nel concettualizzare il digitale, mostrando esitazione e incertezza quando interpellati a riguardo. Per esempio FL65, di fronte alla richiesta di citare le tecnologie digitali utilizzate nella sua attività, sospira, scuote la testa e risponde “non ti saprei dire”, mentre GE45 dice: “non so se riesco a focalizzare bene la tematica delle tecnologie digitali”. IR55, invece, interrogato su quale delle sue attività fosse più digitale, mi chiede “in che senso digitale? Cosa intende con digitale?”. Il fatto che tre ricercatori esperti – le cui attività, come vedremo, sono *densamente digitali* – non riescano ad individuare prontamente almeno alcuni dei tanti strumenti digitali che utilizzano dimostra la loro invisibilità e la loro appartenenza a un **senso comune**, a un dato per scontato, a una ovvietà su cui ogni dubbio e giudizio viene sospeso finché regge la routine quotidiana. Altre piccole ma significative testimonianze di ciò provengono da BT45 che, a proposito di email e PEC, parla di queste ultime come “strumenti principali per cui resta traccia” e ciò è considerato “abbastanza ovvio”. Lo stesso ricercatore, a proposito di piattaforme collaborative come Google Docs e Google Sheet, dice inoltre di non sapere “quando ne è venuto a conoscenza”, essendo “qualcosa che è radicato”, “come le mail”, perché “Google offre tutto in uno”.

L'invisibilità e la scontatezza del digitale si incrinano e vengono messe in discussione solo di fronte ad eventi eccezionali, come l'introduzione di un nuovo strumento, un malfunzionamento o, appunto, un'intervista sul tema. In quest'ultimo caso, la richiesta di ragionare sulla natura digitale degli strumenti utilizzati nella routine professionale ha prodotto spesso insicurezza e persino imbarazzo, come nel caso di due ricercatori più giovani. ED30, per esempio, non sa se classificare lo stereomicroscopio come "strumento digitale" o semplice "strumento tecnologico" ed inoltre sembra sminuire, o quantomeno sottovalutare, il ruolo del digitale nella sua attività, associandolo solo all'esecuzione di "grandi calcoli" che sembrano non riguardarlo sebbene, come vedremo, anche la sua attività è densamente digitale e filtrata in pressoché ogni suo aspetto dall'informatica. Qualcosa di simile succede per LS30 che, in riferimento a computer e smartphone, mostra dell'imbarazzo dicendo che "sembrano cose (...) semplici (...) è normale che ti serve il computer (...) mi sembrava addirittura brutto dirti Whatsapp". Più in generale è emersa spesso una certa reticenza nel parlare delle tecnologie digitali, a proposito delle quali gli intervistati, non sentendosi pienamente a loro agio, si sono frequentemente limitati all'enumerazione di strumenti hardware e software oppure a riflessioni molto generali e tendenzialmente positive circa l'impatto della digitalizzazione sull'attività di ricerca.

È significativo, però, che questa reticenza si sia spesso trasformata in un atteggiamento più aperto, propositivo e critico quando, a proposito dell'emergenza sanitaria, è emerso il tema delle videoconferenze e della didattica a distanza. Ciò dimostra, in accordo a un'altra fondamentale ipotesi STS, che l'infrastruttura diventa visibile quando si presentano imprevisti e malfunzionamenti (Star, Ruhleder 1996: 113). La repentina trasposizione online di attività tradizionalmente svolte in presenza come la didattica o il confronto tra colleghi ha cioè rappresentato un momento di rottura della routine che ha indotto gli intervistati all'adozione di nuove pratiche e adattamenti, a fronteggiare problemi inaspettati e anche a provare nuove emozioni. BT45, per esempio, riferisce che i problemi digitali più frequenti sono legati "alla qualità della rete", creando situazioni che possono farti sentire "sbattuto fuori da una stanza tuo malgrado". In particolare, Microsoft Teams – adottata come piattaforma ufficiale per la didattica a distanza da molte istituzioni, tra cui quelle degli intervistati – viene considerata da BT45 "rigida" ma anche troppo cangiante perché le "funzioni cambiano di volta in volta (...) in

modo arbitrario” facendo sentire l’utente “in balia”. CC30, invece, nel confrontare Skype e Teams, definisce la prima “molto intuitiva e diretta” e la seconda “casinista (...) un macello”. CC30 attribuisce la differenza tra i due strumenti a una questione di “abitudine” (Skype è sicuramente utilizzato da molto più tempo di Teams a livello di comunicazioni personali) ma fa anche riferimento a problemi relativi alla gestione di certe funzioni di Teams che sono state risolte solo con un lungo “giro di chiamate” – fatto, quest’ultimo, che attesta una certa regolarità nella commistione tra digitale e altri media analogici. GE45, invece, si lamenta particolarmente della didattica svolta in modalità mista, ovvero in presenza ma con alcuni studenti collegati da remoto. Si tratta, per l’intervistata, di una modalità “assurda” e “da impazzire” perché crea una “dicotomia”: “il fatto di avere qualcuno in aula ti porta in maniera naturale a rivolgerti a loro, senza tenere conto di quelli che sono a casa (...) Parlavo con quelli che avevo in aula, poi mi ricordavo che avevo gli altri a casa quindi mi spostavo avanti il video”. Più in generale, anche GE45 percepisce il problema della stabilità della connessione, specialmente con studenti che abitano in provincia e, come altri intervistati⁴⁷, associa la DAD a un’esperienza più povera e problematica perché “il contatto con gli studenti è (...) tutta un'altra cosa, (...) stare dietro un video con i video spenti, i microfoni silenziati (...) non sempre c'ho la (...) capacità di vedere, di interagire proprio all'istante (...) anche a livello di modulazione della voce (...) io penso che si è molto più piatti (...) che sia di una noia mortale”.

L’invisibilità e la scontatezza dell’infrastruttura digitale emersa nelle interviste, insieme al suo apparire solo in momenti eccezionali, corroborano alcune ipotesi fondamentali negli STS e nell’ecologia delle infrastrutture. Tuttavia, si tratta di caratteristiche che non sono peculiari della comunità scientifica ecologica e che non tracciano un particolare legame tra digitalizzazione e produzione di sapere ecologico. Per analizzare quest’ultimo aspetto occorre addentrarsi nei discorsi e nelle pratiche dell’ecologia digitale, partendo da una suddivisione del lavoro di ricerca che caratterizza il lavoro degli scienziati ambientali e che infatti è emersa in tutte le interviste: quella tra campo, da una parte, e laboratorio/studio dall’altra.

⁴⁷ IR55, per esempio, è “convinto che [con la DAD] si perda parecchio (...) per quanto uno possa sforzarsi a preparare presentazioni particolari”.

4.1.2 Il digitale nelle missioni di campo: la documentazione del contesto

Il lavoro di campo si configura, nelle parole degli intervistati, come un insieme di attività spiccatamente pratiche, fisiche e materiali. Chiaramente ogni missione ha le sue peculiarità legate agli scopi scientifici del progetto, ma in linea di massima tutti gli intervistati ne sottolineano il carattere prettamente organizzativo, manuale e contingente. Per esempio, quando si va sul campo, si parte la mattina “molto presto” e si va in più persone per “aiutarsi a vicenda” (ED30) perché il lavoro di campo “da solo è un po’ snervante” (CC30). L'attività peculiare del lavoro di campo è rappresentata dal **campionamento**, la cui durata e frequenza dipende dagli scopi della ricerca ma anche dalle circostanze ambientali: nel caso di BT45, per esempio, il campionamento avviene “mediamente una volta ogni due settimane (...) a seconda del clima”, mentre per il biologo vegetale IR55 le attività di campo si concentrano “soprattutto a 3-4 mesi all’anno, perché sono legati alla fioritura delle piante”. Nel progetto a cura del laboratorio di entomologia il campionamento dura invece due anni e avviene attraverso trappole localizzate in diverse aree, scelte per studiare habitat diversi. CC30 spiega che per la cattura degli esemplari i ricercatori utilizzano “un sistema **standard** di cattura” basato sulle *bottle trap*, ovvero su bottiglie in plastica contenenti un’esca: si tratta di una tecnica che “ormai è tassativa (...). Il protocollo delle *bottle trap* è standard”, così come quello delle trappole *malaise*, un altro “mezzo di cattura standard”. A ulteriore supporto della dimensione pratico-materiale del lavoro di campo, CC30 specifica che tutte le trappole sono costruite da loro e richiedono una costante **manutenzione** sul campo perché a causa di “effetti atmosferici, atti vandalici, o altro... [una trappola] si può rompere, si può scolorire, quindi bisogna cambiare per esempio la porzione di nero, sistemare il contenitore... sistemare anche i pali perché poi i pali ammuffiscono quindi... il palo cade...”. Rispetto alle *malaise*, le *bottle trap* richiedono però meno cura dato che “non le tocca mai nessuno perché fanno schifo (...) [emettono] troppo cattivo odore (...) è una cosa veramente bruttissima”.

Le aree in cui effettuare i campionamenti, alle volte, vengono scelte anche per “convenienza” e per “evitare uno sforzo eccessivo di campionamento” dato che spesso mancano mezzi di trasporto idonei, come auto 4x4, ed alcune aree si raggiungono solo con camminate di “3 o 4 ore” (CC30). Quando si va sul campo spesso non si riesce a fare

altro: “tutta la giornata se ne va... perché i posti non sono vicini, distano per esempio pure 30-40 km l'uno dall'altro” (CC30). L'ecologa FL65, in riferimento al campionamento dei pesci d'acqua dolce, dice che si tratta di un processo “complesso” perché bisogna usare “l'elettrostorditore” che è “abbastanza pesantuccio” e che va gestito in “più persone” perché il pesce “viene stordito e viene a galla. Dato che siamo sotto corrente bisogna essere veloci ad acchiappare più pesci possibile”. FL65 effettua anche il campionamento di licheni in “zone di alta montagna” insieme al collega MN60, che elenca come strumenti tipici di queste spedizioni sul campo “la scala e una cesoia”, due attrezzi prettamente meccanici. Il campionamento è un'attività “faticosissima” (FL65) che spesso viene svolta in più persone così da svolgerla con accuratezza, perché “se tu sbagli il campionamento, sbagli i risultati, quindi dai risultati che non sono veritieri (...) si danno semplicemente i numeri, ma non sono numeri reali” (FL65). Anche il biologo vegetale IR55 descrive il campo come insieme di attività manuali che consistono principalmente in

“esperimenti di incrocio manuali, cioè di impollinazione tra i vari individui trasferendo fisicamente il polline da un fiore a un altro per poi andare a valutare qual è il successo riproduttivo (...). In alcuni altri casi prevediamo (...) di trasferire alcune piante da una popolazione a un'altra per andare a valutare se differenti condizioni ambientali possono influenzare sempre il successo riproduttivo (...) altre volte con l'aiuto anche di colleghi che si occupano di entomologia catturiamo anche gli insetti proprio per vedere quali sono gli insetti responsabili dell'impollinazione di quelle piante che studiamo” (IR55).

Per EN30 quella di campo è un'attività “importantissima” anzi, pur implicando “la sveglia presto” è la sua mansione preferita perché, essendo una “naturalista”, preferisce “stare immersa nella natura e non magari restare in laboratorio”. A differenza dei “biologi sempre col camice, chiusi” i naturalisti in laboratorio si sentono come “animali in gabbia”. Andare sul campo è invece un'attività associata ad uno “spirito più libero”, a un “senso di gioia” a una “fase più curiosa” e “di istinto”.

Sembra insomma che il campo rappresenti la parte decisamente “meno digitale” (IR55) del lavoro di ricerca. Tuttavia, nonostante la sua marcata materialità, il lavoro di campo presenta anche una componente informazionale e cognitiva che emerge da una più

attenta analisi dei discorsi degli intervistati e in cui il digitale riveste diversi ruoli. Innanzitutto, su un piano generico, il digitale svolge una funzione di **orientamento e comunicazione**. Il cellulare viene per esempio definito dallo stesso ED30 come “fondamentale” perché “all'inizio, per le prime volte che andavamo [in montagna] il navigatore era sicuramente indispensabile”. Lo stesso vale per LS30, per il quale “il telefono è alla base quando siamo in [montagna], può capitare che ci si perde”. Inoltre, il telefono viene usato per inviare segnalazioni al responsabile scientifico del progetto e al responsabile del Parco in cui svolgono la ricerca tramite telefonate o anche messaggi Whatsapp. Tuttavia LS30 sottolinea che in montagna la linea internet c'è solo in determinate aree, dove ci si ferma per sfruttare la connessione.

Su un piano più specifico, i ricercatori apprezzano particolarmente le possibilità di **geolocalizzazione** offerte dal digitale. Per il geo-paleontologo DT55, per esempio, Google Earth è “di grande utilizzo” perché permette di “vedere dove dobbiamo andare”: i geologi sono infatti

“alla ricerca di quelli che noi chiamiamo affioramenti, cioè dove le rocce si vedono (...) Prima era un'incognita, cioè uno andava, girava per le strade e andava a vedere. Oggi io posso vedere addirittura se c'è un affioramento oppure no (...) mi posso calcolare la strada (...) segnare i miei campioni, digitalizzare il punto preciso dove prendo il campione, e quindi posso enormemente facilitare la mia preparazione dell'attività di campo (...) i geologi ovviamente fanno molta cartografia che prima era tutta quanta a mano, adesso è tutta quanta digitalizzata, georeferenziata con i sistemi GIS (...) è molto più facilitata l'attività di campo”.

La geolocalizzazione delle attività di campionamento è una possibilità apprezzata anche da MN60, che si serve del digitale per “georeferenziare certi contesti” e “fare analisi territoriali”, così come dall'entomologo ED30, che cita diverse applicazioni per “la mappatura delle diverse aree in cui sono state posizionate le trappole” tra cui OsmAnd, Google Maps e Google Earth. Ciononostante, ED30 non sembra a suo agio nel parlare di GIS e, nonostante citi il software *ArcGIS*, preferisce definire questi strumenti come semplici “mappe”.

Ma soprattutto, il digitale consente di **documentare il campo**, fungendo da supporto su cui registrare e annotare dati di diversa natura, come spesso evidenziato dai quattro ricercatori del laboratorio di entomologia. LS30, infatti, spiega che sul campo, se le condizioni meteo sono favorevoli, oltre a “recuperare il materiale” catturato con le trappole ci si sofferma “area per area per effettuare delle fotografie in modo tale da avere (...) una storia fotografica”. Le foto scattate servono cioè “per vedere anche come cambia lo stato della foresta nel corso delle stagioni” (CC30). L’apparecchio a cui fa riferimento LS30 è quasi sempre una macchina fotografica digitale di tipo reflex, di proprietà del collega ED30, che riferisce di avere una “passione personale” per la fotografia e che viene considerato da EN30 come il “fotografo ufficiale” del laboratorio. Rispetto alla fotocamera del cellulare, con la reflex si ottengono “foto più accurate e dettagliate (...) per utilizzarle (...) nella relazione finale” (LS30). Gli entomologi utilizzano sul campo anche una fototrappola, ovvero

“una sorta di fotocamera (...) colorata in maniera mimetica [che] viene ancorata agli alberi. (...) Ovviamente si inserisce (...) ogni quando deve scattare una foto (...) almeno la nostra è così, è schematica, nel senso che ogni mezz'ora scatta una foto. Ci sono invece quelle fototrappole che hanno dei sensori di movimento, quindi appena qualcuno si avvicina scattano una foto” (EN30).

Da questi esempi si deduce che un primo tipo di dati raccolti sul campo è costituito da **immagini**, ovvero da frammenti del contesto ambientale osservato dai ricercatori, e che questa forma di documentazione scientifica si intreccia con una dimensione affettiva che può essere determinante nell’attribuzione di uno specifico ruolo. Ciò, tuttavia, non rappresenta una novità legata al digitale, dato che la fotografia viene apprezzata come *hobby* e utilizzata nella ricerca scientifica sin dalle sue origini analogiche. Le peculiarità della fotografia digitale che emergono da questi stralci riguardano piuttosto la ricerca di una sempre maggiore qualità, risoluzione, accuratezza e dettaglio, ma soprattutto la possibilità di automatizzare l’acquisizione delle immagini, operazione, quest’ultima, che garantisce continuità nel tempo ma anche minore intrusività nell’ambiente e quindi una maggiore fedeltà alle sue reali condizioni.

Altri esempi di documentazione digitale sul campo vengono offerti dall'idrologo BT45, che enumera i **sensori** prodotti nel suo laboratorio e poi installati sul campo. Si tratta di “termocamere (...) di rilevazione incendi”, “stazioni micro-meteorologiche”, “sensori di presenza d'acqua” in grado di cogliere anche “aspetti qualitativi” come “pH, temperatura, fluorescenza”, “piezometri per valutare il livello di falda”, “accelerometri o inclinometri” per “monitorare il rischio frana”. Anche in questo caso le rilevazioni possono essere “in continuo” o “periodiche”. Tutti i sensori hanno infatti “una piccola memoria locale” e i dati possono essere recuperati attraverso tre modalità: la prima prevede di “andare in campo e scaricare i dati”, la seconda consiste nella “trasmissione diretta dell'informazione tramite GPRS”, mentre la terza vuole che “vai in ufficio insieme allo strumento e acquisisci”. La prontezza, l'eshaustività e persino l'entusiasmo con cui BT45 parla della sua strumentazione digitale, senza attribuirgli alcun tipo di problema o difetto, è indicativa dell'importanza che gli conferisce e della fiducia che ripone in essa, nella sua oggettività e nella sua importanza per la ricerca scientifica. Anche qui, la peculiarità del digitale consiste nell'automazione delle rilevazioni e della loro memorizzazione, garantendo l'acquisizione di una mole di dati altrimenti assai inferiore. In merito alla **registrazione di dati e variabili**, la testimonianza dei ricercatori del laboratorio di entomologia è però abbastanza differente da quella di BT45. LS30, per esempio, riferisce che mentre si è sul campo viene segnato, in corrispondenza del nome dell'area, il numero di trappole intatte, variabile importante per normalizzare le abbondanze di campioni catturati. Solitamente, il supporto su cui LS30 registra i dati è il “blocknotes” del telefono in quanto “strumento più immediato”, anche perché “il pezzettino di carta poi (...) capisci bene che se piove, c'è vento...”. In questo caso, quindi, al digitale viene conferita una maggiore immediatezza, stabilità e durevolezza rispetto alla precarietà di un supporto cartaceo. Tuttavia, sul campo, gli entomologi rilevano anche “i dati termici e meteorologici” (EN30) come la temperatura, l'umidità dell'aria e le condizioni atmosferiche in generale. Per la temperatura si utilizza spesso “un termometro portatile” (LS30) che segna la temperatura “su uno schermetto” (EN30). Questa, contrariamente a quanto riferito in precedenza da LS30, viene poi riportata “su un taccuino” (EN30). La contraddizione per cui, all'interno dello stesso gruppo di ricerca, il supporto più affidabile sia rappresentato ora dal taccuino virtuale e ora da quello cartaceo dimostra ancora una volta che tra analogico e digitale c'è una integrazione contingente e

contestuale. Ad ogni modo, quelli raccolti sono “dati puntiformi (...) giusto per avere un quadro generale”, mentre “per avere dati più dicitiamo... precisi... dobbiamo prelevarli dalle stazioni meteorologiche” (LS30). Anche CC30 sminuisce il ruolo e la precisione del loro termometro digitale, considerato come “una soluzione economica” e “poco affidabile” a cui contrappone i *datalogger*, dispositivi che consentono di raccogliere dati “h24” e di “scaricarli tranquillamente sul computer”. Il datalogger richiede di indicare “un’ora di attivazione” in cui “lui si attiva” (EN30) automatizzando da quel momento in poi la rilevazione dei dati. C’è poi un “supportino” che permette di collegarlo al PC dove “si apre un programma che si chiama Junior, dove praticamente ti dice tutte le impostazioni (...) ti fa scegliere a che ora attivarlo, (...) ogni quanto deve misurare la temperatura (...) il periodo in cui (...) deve interrompere la registrazione”. Il software poi permette anche di scaricare i dati e “non solo ti dice per ogni mezz'ora che temperatura c’è stata, ma ti calcola direttamente la media giornaliera e (...) ti dà questo risultato praticamente già in Excel (...) è molto utile”. Purtroppo però questi sensori costano “250 euro”, quindi “è quasi impossibile comprarli” (CC30) e ne viene utilizzato uno solo. Per questo motivo, i dati relativi alla temperatura vengono recuperati attraverso l’agenzia ambientale della Regione. Dalle parole di CC30 e LS30 emerge quindi una dinamica di **perdita e ricostruzione del contesto** (Bowker 2000) dovuto da un lato alla scarsa affidabilità di uno strumento economico come il loro termometro digitale e dall’altro all’impossibilità di acquistare sensori più costosi. Questa circostanza dimostra che l’equazione di senso comune per la quale “digitale = più dati = più conoscenza” non è vera sempre e comunque. Piuttosto, affinché si avveri, tale equazione richiede il rispetto di determinate **circostanze e contingenze** che, in questo caso, hanno la forma di requisiti tecnici (l’affidabilità del termometro) e di fattori economici (il costo dei *datalogger*). I ricercatori rimediano a questi inconvenienti effettuando **un’inversione infrastrutturale** (Edwards 2010) che consiste nel ricostruire il contesto perso affidandosi ai dati prodotti da altre istituzioni che però vanno estrapolati, selezionati e incrociati. L’aspetto interessante di tale inversione è che anch’essa avviene in modalità quasi esclusivamente digitali: per analizzarle occorre però spostarsi dal campo ad altri due luoghi fondamentali per l’attività di ricerca, il laboratorio e lo studio.

4.1.3 Il digitale in laboratorio e in studio: il recupero del contesto e l'inversione infrastrutturale

Nel corso delle interviste, i ricercatori hanno spesso contrapposto al lavoro di campo, descritto come prettamente manuale pur presentando diverse componenti informazionali e digitali, quelle attività che invece hanno luogo in laboratorio e che vengono rappresentate come intensamente cognitive. Uno degli esempi più espliciti in questo senso è dato dalle parole di DT55, secondo cui il lavoro di laboratorio consiste in “acquisizione di dati, misura, osservazione al microscopio”, tutte attività profondamente digitalizzate:

“il laboratorio è praticamente esclusivamente digitale (...) Non c'è macchina che non abbia un software o più software dedicati. Il microscopio elettronico (...) l'interfaccia (...) è uguale, identica a un computer: c'è una tastiera, un mouse, dei monitor, quindi tutto è completamente digitalizzato (...) non c'è quasi nulla che si fa manualmente”.

Per comprendere più nel dettaglio quanto profonda sia la digitalizzazione dell'ecologia e delle scienze ambientali possiamo quindi prendere in esame alcune delle principali attività che gli intervistati svolgono nei loro laboratori, ovvero la misurazione, l'analisi e la classificazione dei campioni. Tali operazioni, che implicano l'utilizzo di diversi macchinari e che sono finalizzate alla **costruzione del dato scientifico**, si sovrappongono e si legano intrinsecamente ad un insieme di altre attività che non hanno necessariamente luogo in laboratorio, trovando il loro spazio negli studi e il loro strumento principale nel computer. Oltre alle attività di misurazione, analisi e classificazione prenderemo quindi in considerazione altri aspetti fondamentali del lavoro di ricerca quali l'organizzazione e l'elaborazione dei dati, la consultazione di banche dati e archivi nonché la conservazione e la divulgazione dei risultati di ricerca. Va precisato che tale suddivisione è frutto di un lavoro analitico-interpretativo svolto *ex post*, dato che essa non emerge nitidamente dai discorsi degli intervistati, in cui anzi le fasi del lavoro di ricerca sono spesso confuse e sovrapposte. Ad ogni modo, tali attività, che presentano tutte una spiccata dimensione digitale, sono finalizzate al recupero del contesto e

all'inversione infrastrutturale, ovvero a conferire un senso e una dimensione scientifica ai frammenti di realtà prelevati sul campo con il campionamento.

La misurazione e l'analisi dei campioni sono le principali attività dei laboratori di eco-tossicologia, biologia e geologia a cui afferiscono gli intervistati. Il loro obiettivo è quello di dare un valore quantitativo o qualitativo al materiale precedentemente prelevato sul campo, siano essi sedimenti fluviali, licheni, insetti o minerali. Per fare ciò, a titolo di esempio, l'ecologo MN60 cita come strumenti principali lo spettrofotometro e il cromatografo, di cui illustra il funzionamento in maniera abbastanza dettagliata: il primo serve a rivelare la presenza\assenza o la quantità di una sostanza in una soluzione, mentre il secondo a separare i due elementi. MN60 non si sofferma sull'aspetto digitale di questi strumenti, che in effetti sembra limitarsi alla “visualizzazione sul *display* di una cifra”. Tuttavia emerge successivamente che queste macchine sono collegate al PC (cfr. fig. 21 e 22) o hanno un loro sistema informatico in grado di calcolare funzioni matematiche, come ad esempio una “retta di regressione, con la sua equazione per cui ogni volta che poi vado a mettere un campione ignoto lui (...) mi ricalcola l'incognita avendo già l'equazione all'interno”.



Fig. 21 - Esempi di cromatografi



Fig. 22 - Le interfacce informatiche dei cromatografi

La digitalizzazione degli strumenti da laboratorio si presenta come un processo inarrestabile, che segna una marcata differenza col passato ma che nasconde anche delle insidie e delle fragilità, come evidenziato dalle parole di un altro ricercatore, il chimico FL50, secondo cui

“gli strumenti (...) sempre di più sono comandati da... da computer. (...) Una volta (...) si registrava a mano tutta una serie di cose, cose che adesso fa un... uno strumento automatizzato per cui lo si lascia lì anche la notte, va da solo e il lavoro che prima richiedeva un mese, tutta l'operazione andava fatta a mano, registrando la quantità di gas che si è assorbita a questa temperatura (...) adesso (...) c'è un software che gestisce (...) e sono dei software generalmente proprietari, delle case che producono quello strumento, sono (...) dei software chiusi (...) particolari, dedicati, che purtroppo costano un sacco di soldi (...) se ti si rompe il software te lo fanno pagare, fanno pagare il dischetto col software migliaia di euro, che se tu disgraziatamente lo perdi... alcuni te lo danno a gratis, altri te lo fanno pagare”.

Ad ogni modo, alle macchine del laboratorio è affidata la produzione di dati che verranno poi interpretati dai ricercatori. Sulla **separazione tra dato e interpretazione** si sofferma in particolare DT55, che sta lavorando ad una ricerca sulla ricostruzione del clima del Pleistocene⁴⁸ in una zona dell'Italia meridionale. Secondo DT55 “qui è chiaro che entriamo in una forte **controversia** dell'acquisizione dei dati perché c'è un'**incertezza**. Qui dipende da noi adesso e dai fossili che raccogliamo, dalle analisi che

⁴⁸ Periodo caldo prima dell'ultima glaciazione, copre un intervallo che va dai 2,58 milioni agli 11.700 anni fa.

facciamo”. A proposito di analisi, però, DT55 ci tiene a sottolineare la differenza tra dato e interpretazione dicendo che “quando gli scienziati (...) parlano di dati parlano e sottintendono la cosa più oggettiva che ci possa essere (...) ci deve essere un’onestà intellettuale nel dividere chiaramente (...) il dato dall’interpretazione”. L’esempio che porta riguarda lo spettro di un minerale rilevato da un diffrattometro e la sua successiva interpretazione/classificazione. La “pubblicazione del dato grezzo (...) deve essere oggettiva e pura (...) La separazione tra il dato e l’interpretazione deve essere ri-go-ro-sa” [sillabato con enfasi] perché “i dati sono dati (...) devono essere corretti” e riportati “come vengono fuori dalle macchine, dalle misure”. DT55 si focalizza quindi sulla differenza tra dato e interpretazione e sulla “disonestà scientifica” di chi “manomette i dati”. A questo punto, il ricercatore fa emergere l’importanza delle riviste, dei revisori e degli editori che devono assicurarsi della correttezza e completezza del processo di acquisizione dei dati chiedendo, tra le altre cose, “il modello della macchina, dove è stata acquistata, **gli standard** che vengono utilizzati (...) la procedura, il protocollo di prelevamento del campione” perché “la procedura scientifica dovrebbe essere rigorosa e cercare di ovviare a qualunque incertezza”. È esattamente questo a rendere un “giornale autorevole”: “la sua autorevolezza viene dal fatto che costringe gli autori a essere molto rigorosi, a essere molto precisi”. In piena sintonia con i principi mertoniani della “struttura normativa della scienza” (cfr. Bucchi 2010: 28-29), DT55 individua nella distinzione tra dati e interpretazioni la linea guida del lavoro scientifico, che negli STS è tuttavia costantemente messa in discussione e decostruita. Non a caso la dimensione etico-individuale, più che oggettiva, di tale distinzione emergerà successivamente, quando altri ricercatori evidenzieranno l’oscuramento di dati non utili al processo di pubblicazione e l’arbitrarietà di certe classificazioni e valutazioni (per quest’ultimo aspetto cfr. §4.1.4).

La classificazione è invece la principale attività del laboratorio di entomologia, che si occupa appunto di identificare i campioni di insetto catturati sul campo a fini di valutazione ambientale (per altri dettagli su questo aspetto cfr. §4.1.4). Come spiegato da LS30, in laboratorio “si classifica in continuazione (...) non ci sono delle giornate differenti l’una dall’altra”. Tuttavia, per quanto ordinaria, la classificazione è descritta come un’attività durante cui emergono spesso “dubbi” e “indecisioni” e per la quale “ci vuole molto occhio (...) molto tempo e l’esperienza” (ED30). Attribuire una specie agli esemplari non è un processo scontato “perché ci possono essere anche casi in cui ci si

ferma al genere o addirittura semplicemente alla famiglia, perché comunque (...) il gruppo degli insetti è molto vasto” (LS30) e alcuni “campioni” sono “particolari” (EN30). Capita spesso, quindi, che ci sia uno “scambio di occhiate nel campione, sul microscopio” così da ottenere “pareri” e “consigli” tra colleghi (CC30): infatti, “lavorare in laboratorio a contatto con gli altri è più (...) facile, tra virgolette, perché comunque se c'è qualche problema, se hai difficoltà puoi confrontarti” (LS30). Secondo EN30, “la classificazione (...) è bella perché ti fa sempre ragionare, ti metti sempre in discussione... ogni volta è una sfida quando bisogna classificare le specie” (EN30). I dubbi, le difficoltà e le sfide di cui parlano gli intervistati sono un indicatore molto significativo di un'altra ipotesi fondamentale degli STS e dell'ecologia delle infrastrutture, già vista nel §2.3.2 a proposito di classificazioni ed esclusioni. In questo caso, l'indecisione, o l'impossibilità, di collocare un certo esemplare in una determinata specie dimostra i limiti di cui soffrono tutte le forme di classificazione, giacché queste, per definizione, intendono recintare le infinite sfumature della realtà in categorie chiuse e in tipi ideali a cui certi soggetti reali, siano essi uomini o insetti, sfuggono. La **marginalità**, intesa come prossimità ai margini delle categorie e quindi come simultanea appartenenza a gruppi diversi per via di caratteristiche ambigue, manda in tilt il sistema di classificazione, che a sua volta o esclude il soggetto in questione, producendo un orfano, oppure deve purificarlo, forzandolo entro una categoria con conseguenze più o meno gravi. In questa situazione si trova anche il laboratorio in questione, per il quale classificare è un obiettivo e una necessità (come ovviamente per ogni laboratorio in cui si fanno questo tipo di ricerche). Qual è allora il ruolo del digitale in questa pratica di classificazione così essenziale al laboratorio in questione? Contribuisce a risolvere le ambiguità e le controversie? Se sì, in che modo?

Per provare a fornire una risposta partiamo dal presupposto che la classificazione si avvale di due strumenti fondamentali: lo stereomicroscopio e le **chiavi dicotomiche**. Queste ultime sono dei “testi dove ci sono due opzioni e a seconda delle opzioni che scegli poi man mano arrivi alla specie” (EN30). L'utilizzo delle chiavi dicotomiche costituisce un processo tipicamente analogico, nel senso letterale del termine: questi testi guidano infatti il ricercatore verso la determinazione della specie attraverso una serie di analogie tra gli esemplari concretamente catturati e degli esemplari ideali raffigurati con immagini (fig. 23).

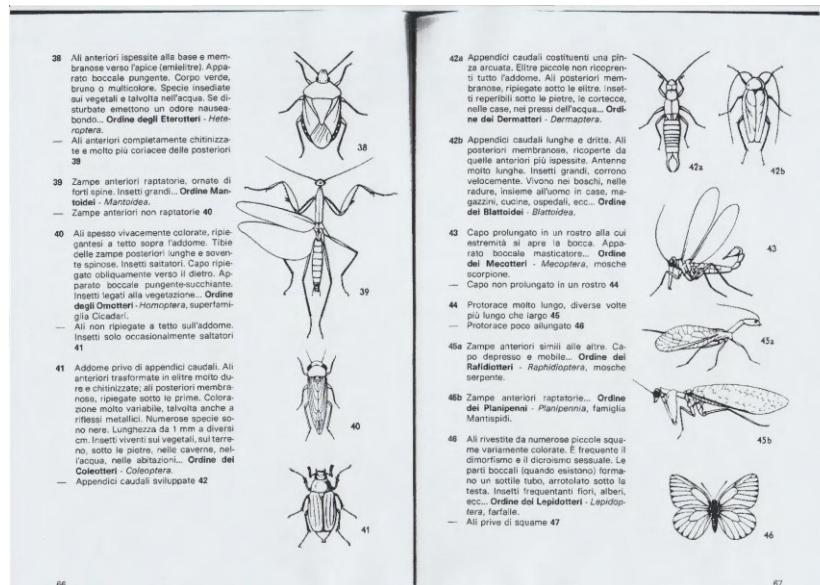


Fig. 23 - Un esempio di chiave dicotomica

Le chiavi dicotomiche, tradizionalmente, sono testi cartacei ma, pur essendo “dei mattoni (...) dei libri enormi” (CC30), come spiega LS30, “a volte non sono sufficienti” nel senso che sono scarse e non aggiornate:

“le chiavi dicotomiche italiane, quindi della fauna italiana, sono veramente poche. Noi per esempio stiamo utilizzando (...) una delle poche chiavi italiane che abbiamo a disposizione... e conta che questa è del 1923... quindi parliamo di 100 anni fa... (...) è spiegata molto bene però comunque è limitata. Molte specie scoperte ovviamente dal 1920 in poi non sono descritte in questo libro”.

Una parziale soluzione a questo problema è offerta dalle **chiavi dicotomiche online**. Come spiega EN30: “utilizziamo dei siti dove ci possono essere scaricate delle chiavi dicotomiche che utilizziamo per classificare. E quindi per esempio c'è un sito che viene aggiornato periodicamente, che è un sito inglese”. Anche LS30 fa riferimento al reperimento online, riferendo di avere dei PDF che consistono principalmente in articoli trovati “sul web” con chiavi dicotomiche inglesi, mentre quelle tedesche le consulta perlopiù online. I file in PDF scaricati sono spesso ricercabili per parole-chiave, ma altre volte sono solo scannerizzati e quindi bisogna “scrollare con la rotella fino a quando non trovi quello che ti serve”. LS30 riferisce poi che gli unici problemi che possono verificarsi durante queste operazioni riguardano la stabilità della linea internet, anche se “in genere

in giornata poi viene sempre ripristinata”. Durante l’intervista, LS30 mi mostra, in condivisione schermo, uno di questi siti web⁴⁹, dicendo che grazie a esso è possibile “avere un confronto (...), delle immagini, delle foto di determinate specie, a volte proprio determinante nella individuazione della specie stessa”.

Tuttavia, nonostante queste possibilità, nemmeno la Rete è in grado di offrire una soluzione totale al problema della classificazione, dal momento che “è difficile a volte riuscire a trovare una descrizione più o meno fedele, anche online” dove piuttosto abbondano le **immagini**, a cui però “non è mai conveniente” affidarsi pienamente “perché le immagini possono essere non veritiere” (LS30). Inoltre, l’aggiornamento delle fonti online non è garantito: “ci sono altri siti, soprattutto quelli italiani (...) che risultano un po' obsoleti. Nel senso che magari mancano delle specie (...) [anche se] è stata segnalata la loro presenza nella zona. Oppure per esempio c'è la *checklist* italiana dove praticamente ci sono questi progetti che vengono finanziati anche dal ministero” ma sono “dei siti che sono molto vecchi” in cui “mancano le ultime segnalazioni” (EN30). Le cause di questo problema sarebbero riconducibili alla “poca attenzione che si ha sulla natura In Italia”, dove l’ambiente è considerato “poco utile” (EN30). Inoltre, secondo EN30, i siti web italiani utili alla classificazione online, oltre a essere poco aggiornati, sono “anche un po' approssimativi, per esempio considerano il Sud Italia dalla Toscana in giù”. Si evidenzia qui un problema di **ritenzione del contesto**: EN30 spiega che “capita spesso” di trovare “foto di morfologie dei vari dettagli per esempio dell’insetto, però poi non ti specificano dove esattamente sono stati distribuiti”. Ciò che manca è “la distribuzione precisa”: questa “difficilmente” si trova “online” ma alla fine il laboratorio riesce “ad ottenerla tramite contatti (...) [il responsabile scientifico] riesce a contattare determinati esperti e (...) ti riesce a fornire diciamo i dati completi (...) Quindi a volte dobbiamo aspettare questi tempi diciamo logistici però poi alla fine riusciamo ad ottenere le informazioni che ci servono”. Si tratta di una testimonianza molto interessante perché dimostra **l’ambivalenza** del digitale di fronte al problema della ritenzione del contesto: da un lato, infatti, l’abbondanza di dati reperibili attraverso l’infrastruttura digitale non garantisce la loro completezza e utilità ma, dall’altro, la stessa infrastruttura offre strumenti per provare ad ovviare a questo problema e a “ottenere gli articoli scientifici che ci servono”, per

⁴⁹ Kerbtier: <https://tinyurl.com/tv7ukty3>

esempio attraverso piattaforme digitali come ResearchGate e Academia che la stessa EN30 dice di usare spesso. Il reperimento di fonti bibliografiche con cui integrare i dati rilevati ed elaborati rappresenta un momento fondamentale nel processo di inversione dell'infrastruttura digitale su cui torneremo più avanti.

L'altro strumento fondamentale per l'attività di classificazione è rappresentato dallo **stereomicroscopio**, "l'arma principale" (LS30) di cui dispongono i ricercatori. Il microscopio, com'è noto, consiste in una serie di lenti posizionabili meccanicamente, che permettono di ingrandire e mettere a fuoco dettagli minuscoli. In quanto tale, è uno strumento essenzialmente analogico che, tuttavia, non è affatto immune dalla digitalizzazione. LS30 spiega infatti che lo stereomicroscopio dell'Università "è collegato al computer, ha ingrandimenti ovviamente maggiori [del suo microscopio personale] (...) ha la possibilità di fare un fermo immagine e riportarlo sul computer in modo tale da poter anche ingrandire per vedere (...) proprio il dettaglio di una determinata porzione (...) del corpo". EN30 specifica che lo stereomicroscopio del laboratorio ha tre oculari (invece dei due di cui dispone quello suo personale), di cui uno è una telecamera collegata al PC tramite USB. Lo stereomicroscopio è "sicuramente un po' più complicato da usare quando devi proiettare un'immagine al computer e quindi modificare eventualmente parametri di luminosità (...) e quant'altro" (LS30). Emerge qui un aspetto interessante e peculiare del microscopio digitale, che riguarda la possibilità di manipolare le immagini così da evidenziarne alcuni dettagli. Lo stereomicroscopio del laboratorio, infatti, viene utilizzato più spesso di quelli personali "perché ha l'ingrandimento maggiore, quindi quando vogliamo arrivare a un dettaglio maggiore utilizziamo quello e (...) possiamo fotografarlo con un software". Questo permette di "ingrandire e vedere maggiori dettagli, oppure (...) aumentare la quantità di luce, aumentare il contrasto" al fine di rendere maggiormente visibili "tutti i dettagli". EN30 spiega che "su ingrandimenti maggiori utilizziamo molto l'estensione di fuoco perché (...) su un ingrandimento elevato non riesce a mettere a fuoco tutto il campione ma mette a fuoco piccoli pezzettini e quindi (...) facciamo l'estensione di foto, quindi come se unissimo tutte le foto con i vari punti messi a fuoco (...) per avere come risultato una sola foto però che si vede esattamente tutto il campione". Si evidenzia qui l'importanza della visualizzazione e delle tecnologie di *imaging* (vedi fig. 24) che in altre branche, come per esempio la biomedicina, hanno completamente rivoluzionato la pratica scientifica. Ad ogni modo, sebbene il software in questione sia considerato "molto

intuitivo”, “calibrare lo strumento è stato complicatissimo, ci abbiamo impiegato forse una settimana perché poi ovviamente non trovavamo neanche le istruzioni” tant’è che “è arrivato anche un altro professore di un altro dipartimento ad aiutarci”. L’episodio evidenzia che, contrariamente ad altre tecnologie di uso comune, questi strumenti specialistici non sono delle scatole nere pronte all’uso, ma dispositivi che richiedono pratiche di calibrazione, attivazione, installazione, manutenzione e allineamento, in linea con quanto sottolineato dalla ANT.



Fig. 24 - Immagine (tratta dal sito web del software utilizzato dagli intervistati) di un esemplare di insetto ingrandita e modificata nei parametri di colore

Anche IR55 spiega che il microscopio è “collegato al pc” così da permettere non solo “l’osservazione” ma anche la “acquisizione delle immagini” nel senso che si fanno “le foto direttamente al computer”. Si tratta di un collegamento tanto semplice quanto decisivo: la connessione tra microscopio e computer rappresenta infatti l’ingresso **modulare** di un’infrastruttura limitata che si installa su una più ampia creando un nuovo **assemblaggio**. A soffermarsi maggiormente sulla trasformazione digitale del microscopio è DT55, che spiega: “il movimento del campione nel microscopio (...) si faceva attraverso delle manopole. Tutto questo non esiste più, è tutto digitalizzato”. Ciò “ha comportato una ottimizzazione migliore del processo analitico” anche se poi precisa che “la digitalizzazione ha migliorato soltanto l’acquisizione delle immagini, in realtà la parte ottica (...) è rimasta più o meno com’era (...) un microscopio di 30 anni fa è più o meno uguale a uno di oggi, anzi forse è anche meglio (...) perché erano fatti in maniera anche un po’ diversa, fatti meglio”. La digitalizzazione dell’acquisizione delle immagini permette però di fare “centinaia di scatti al microscopio”, guardarli “subito” e, “se non sono buoni”, di rifarli. Prima invece “andavano via due settimane solamente per cambiare una foto che era venuta male”.

Qualora le possibilità di ingrandimento, manipolazione e acquisizione delle immagini degli esemplari assicurate dal microscopio ancora non consentano l'identificazione della specie, i ricercatori annotano l'indeterminatezza sul file Excel che contiene "il numero di specie o generi (...) che individuiamo per ciascuna area" (LS30). L'ultima risorsa impiegabile ai fini della classificazione è il ricorso all'**analisi genetica**⁵⁰: in tal caso, spiega EN30, "tramite posta", i campioni "verranno inviati a degli esperti" (...) per capire la genetica e quindi risolverci (...) i dubbi". Successivamente, "tramite email", il laboratorio riceve "una sorta di dossier [in cui] spiegano esattamente (...) quali sono state le percentuali che l'hanno legato a una specie e quindi inviano questo diciamo PDF". Si tratta anche in questo caso di un'analisi che avviene tramite strumenti digitali. Lo spiega bene IR55, biologo vegetale per il quale l'analisi genetica non ha un carattere straordinario, bensì routinario. IR55 si occupa infatti di "vedere la struttura genetica oppure le differenze che vi sono tra le specie (...) ci sono dei software che ci permettono di stabilire qual è la differenza o qual è la somiglianza (...) tra le varie entità che stiamo studiando". Questi programmi "vanno a valutare in base ai dati che uno fornisce (...) restituiscono dei valori" in base ai quali "si riesce a capire qual è la relazione che vi è tra le varie specie". IR55 conosce "una decina di software per la genetica molecolare" e tra questi cita *Microsat* (microsatelliti), *Philip*, *Paup* (filogenesi ed evoluzione), *Meda* (sequenze), *Clustar* e *Genalex*. Quest'ultimo "utilizza una semplice tabella Excel (...) quindi è facile". Tuttavia, in generale, "l'approccio a questi software non è semplicissimo" e "sono abbastanza complicati". Nello specifico, "la parte più difficile (...) è proprio l'immissione dei dati (...) capire come devono essere caricati i dati perché ogni software utilizza chiaramente dei parametri, principi differenti". Tuttavia se è vero che "alcuni software vengono scartati proprio perché diventano difficili e laboriosi (...) è vero che nel tempo grazie all'avanzamento (...) i software sono diventati sempre un po' più semplici da utilizzare. Prima tra l'altro richiedevano molto più tempo (...) ci volevano anche due o tre giorni per aspettare i risultati (...) adesso nell'arco di qualche ora il programma riesce a (...) dare una risposta". A questo proposito vale la pena anticipare che la rapidità del digitale, a cui in questo caso è attribuito un valore positivo, assume

⁵⁰ Sulle implicazioni pratiche ed epistemologiche della classificazione tassonomica della biodiversità attraverso l'analisi genetica si veda Waterton *et al.* 2013.

invece un significato più problematico in alcune delle testimonianze che vedremo tra poco.

Ad ogni modo, che si facciano analisi e misurazioni o che si passi direttamente all'osservazione e alla classificazione, il lavoro di ricerca necessita di ulteriori fasi. La prima di queste riguarda **l'organizzazione e l'elaborazione dei dati** ottenuti nelle fasi di analisi e classificazione. Tale processo consiste perlopiù nella costruzione di dataset e nella loro analisi statistica, due operazioni che si avvalgono del computer come principale dispositivo hardware e di software di diversa complessità. Il laboratorio di entomologia nel quale operano i più giovani dei ricercatori intervistati offre la possibilità di seguire il processo di organizzazione ed elaborazione dall'inizio e nella sua forma più semplice. EN30, infatti, spiega che “in contemporanea [al lavoro di] classificazione (...) gli individui di una determinata specie”, vengono registrati “su tabelle Excel”. Questo passaggio corrisponde esattamente alla **traduzione discorsiva** di cui parla Callon (1984) a proposito delle capesante (cfr. §3.1.1): in questo caso, sono però gli esemplari di insetto ad essere tradotti in numeri che compongono un *dataset* da cui, successivamente, verranno tratte inferenze e deduzioni. EN30 precisa inoltre che le modifiche apportate al *dataset* vengono periodicamente aggiornate su una cartella condivisa con gli altri colleghi su Dropbox. Le piattaforme *cloud* rappresentano infatti un modo “per condividere documenti (...) con colleghi (...) invece di spedire file” (IR55) ma anche un punto di riferimento dove caricare il proprio materiale così da “essere anche sicuri di non perdere determinati pezzi” (EN30). BT45 sottolinea che tali “spazi di memoria condivisa” sembravano fino a poco tempo fa “una grande novità” mentre “adesso se tu ti organizzi, gratuitamente (...) puoi archiviare una mole impressionante di dati”. Tuttavia lo stesso BT45 rileva a questo proposito un aspetto problematico, dovuto alla “sovrapposizione molto forte”, al “mix” tra strumenti personali e professionali che caratterizza alcune piattaforme polifunzionali come Google e di cui “non ci si rende conto” perché tale sovrapposizione “va anche al di là della tua consapevolezza”. Ciò crea “fastidio (...) perché ha a che fare con la privacy” e richiede uno sforzo di “attenzione” per essere contrastato.

Dopo aver organizzato i dati sulle tabelle, EN30 spiega che lei e i suoi colleghi utilizzeranno “SSPS, che è un programma di statistica per appunto calcolare tutti (...) gli indici statistici (...), naturalistici... (...) per esempio l'indice di diversità, quindi quanta

diversità c'è in un sito o in un determinato periodo”. Un altro ricercatore del laboratorio, CC30, indica anche un altro software, *PAST (Paleontological Statistics)*, che “permette di fare indagini molto dettagliate”, sebbene dica di essersi limitato a “singoli calcoli del dato” e di non saper fare “un'analisi ampia, ecco, o un'analisi multivariata”. Cita anche il programma *R*, ma dice di non saperlo usare anche se poi, con tono semplicistico, dice che in questi software “tu importi il dato ed estrai il dato, tutto qui...”. Anche tra i ricercatori con più esperienza le capacità informatiche di analisi statistica non sono scontate: se da un lato c'è chi usa “la statistica come il pane quotidiano” (MN60) e ricorre abitualmente a software per analisi uni, bi e multivariate come *Minitab* e *PCord*, dall'altro c'è chi ha reticenze e resistenze nello sviluppare queste competenze, come GE45 che dice, in riferimento al software *R*, di essersi “sempre rifiutata di impararlo”. Infine, un aspetto interessante nella costruzione dei database riguarda il lavoro infrastrutturale di **cura e di manutenzione** che esse richiedono. ED30, per esempio, impiega parte del suo tempo ad “aggiustare i dati su Excel” mentre CC30 fa riferimento a delle “tabelle definitive” su cui sposta i dati “per una questione di ordine”.

L'organizzazione e l'elaborazione dei dati si interseca e sovrappone con una seconda fase, importantissima per il processo di inversione infrastrutturale e di ricostruzione del contesto e che consiste nel **recupero di dati grezzi e nella ricerca bibliografica**. Si tratta anche in questo caso di un insieme di attività profondamente digitalizzate il cui nucleo, però, non è più rappresentato da interfacce informatiche isoalte come computer e software, bensì da Internet e altre infrastrutture di/in rete. Infatti, mentre l'elaborazione dei dati corrisponde a un processo tipicamente offline, il recupero di altri dati e testi è quasi esclusivamente affidato a piattaforme online cui accedere appositamente. Ne abbiamo già visto un esempio a proposito delle chiavi dicotomiche online a cui si rifanno i ricercatori del laboratorio di entomologia quando persistono dubbi sulla classificazione degli insetti. Un'altra fattispecie riguarda la “disponibilità di dati ambientali (...) su vari database istituzionali” o “amatoriali”, che ha acquisito “un'importanza sempre più rilevante” (BT45). GE45, per esempio, riferisce di aver “utilizzato qualche banca dati per quanto riguarda l'inquinamento da idrocarburi, quindi [database] disponibili a livello delle comunità europee” come ad esempio l'“Air Quality della Comunità Europea”, mentre per l'ecologo MN60 la “ricerca delle banche dati (...) per fare l'analisi della letteratura e assumere i (...) dati” è un “aspetto fondamentale”. Di

questi dati, tuttavia, occorre “verificarne l’affidabilità e la congruità (...) un modo per ovviare a questo problema è matchare i risultati di più ricerche per capire quanto si uniformino, si armonizzino oppure siano in contrasto”.

L’aspetto su cui gli intervistati si sono soffermati più spesso e più a lungo riguarda però le opportunità offerte dal digitale in termini di ricerca bibliografica. FL65, per esempio, dice: “quando facciamo una ricerca bibliografica no? (...) andiamo direttamente su internet e cerchiamo (...) e troviamo! (...) secondo me è fondamentale (...) perché in tempi brevissimi tu riesci a fare una ricerca bibliografica incredibile, (...) sei aggiornato, per cui secondo me è fondamentale... ci fa fare dei salti in avanti incredibili... veramente”. La digitalizzazione delle fonti ha dunque avuto un effetto “estremamente positivo (...) perché (...) una volta si andava nelle biblioteche (...) se non c’era tutto in biblioteca rimanevi a metà... non è che potevi (...) avere tutto a portata di mano... invece a questo punto tu (...) sia in inglese e sia in italiano (...) trovi tutto... tutti i riferimenti (...) è molto più veloce, sì... estremamente più veloce...”. DT55 condivide una visione molto simile. Per lui, si tratta di una “rivoluzione” perché “la ricerca prima si faceva in biblioteca (...) oggi si fa con due click. Si va su Google Scholar e si trova con una parola-chiave tutto quello che c’è pubblicato, scarico il PDF, leggo, cioè fa un’operazione in un minuto che impiegava giorni, quindi la velocizzazione dei processi è estremamente aumentata”. Ciò, per inciso, non vale solo per la ricerca bibliografica, ma anche per il processo inverso, ovvero quello di pubblicazione. Pensando ai suoi primi testi scientifici, GE45 racconta infatti che i lavori venivano spediti sul “floppy disk, dentro una busta” e inviati all’editor che “rispondeva con cartaceo”⁵¹. I grafici venivano fatti su carta millimetrata e si facevano le fotocopie. FDN si dice “a cavallo tra le due fasi”, per cui ora “sottomettere un paper in 5 minuti” le sembra “una cosa normalissima” sebbene si tratti di “una grossa (...) evoluzione e anche (...) un grosso alleggerimento (...) di lavoro”.

La digitalizzazione dei database e degli archivi è oggetto di riflessione anche da parte del chimico FL50, che spiega come nella sua disciplina sia fondamentale poter reperire tutti i dati e i passaggi intermedi di una certa pubblicazione o esperimento. FL50 riferisce che tali dati venivano raccolti in appositi volumi, periodicamente inviati tramite

⁵¹ Emerge qui un’altra sovrapposizione tra digitale (il *floppy disk* come supporto) e analogico (il sistema postale come infrastruttura).

abbonamento alle biblioteche delle istituzioni di ricerca. Tutto ciò implicava “che l'informazione ti arrivava dopo un anno” e che occorreva “un lavoro certosino, pazzesco” perché “tu andavi a cercarti sta roba e ti dovevi andare a pigliare volume per volume, categoria, tipo di reazione, sostanza... e scrivere, cioè annotarti le cose e poi andare con quel codice su un altro volume della stessa serie per andare a vedere qual era l'articolo benedetto che ti serviva e dovevi pregare che la tua biblioteca l'avesse comprato...”. A questo punto FL50 mi mostra quella che apparentemente sembra una normale cartolina, ma che in realtà è una richiesta postale di duplicato per articoli e testi scientifici (fig. 25). FL50 quindi racconta che

“una volta per avere un articolo scientifico che non era in biblioteca si utilizzava st'affare (...) cioè questo è andato avanti fino al (...) poco prima del 2000. Si mandavano ‘ste cartoline e si sperava che il tizio ti potesse fotocopiare l'articolo e te lo mandasse in una busta, affrancato... per riceverlo... funzionava così e quindi questo dà l'idea di quanto fosse lento il processo di reperimento delle fonti bibliografiche. Praticamente era drammatico... non solo, ma mo ci sono ‘sti sistemi elettronici per andare a cercare articoli scientifici che sono rilevanti per il proprio lavoro (...) adesso ti metti su a un computer collegato in rete e (...) con i motori di ricerca più adeguati si va a cercare...”.

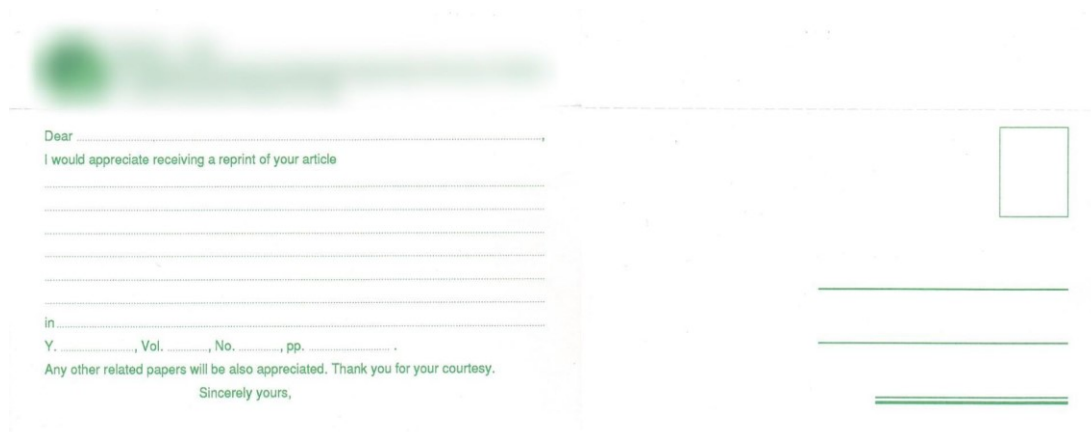


Fig. 25 - Fronte e retro di una cartolina postale per la richiesta di articoli accademici

Tra le piattaforme più spesso citate dagli intervistati per il recupero della bibliografia ci sono social network, “punti di ritrovo” (BT45) quali *Research Gate* e *Academia*, oppure archivi digitali come *Google Scholar*, *Scopus* e *Web of Science*.

Quest'ultima viene descritta da MN60 come “esaustiva”, “agile” e “di facile interpretazione”. Anche IR55 fa riferimento alla “ricerca dei vari articoli e pubblicazioni” in termini positivi: “il digitale (...) ha permesso veramente un salto in avanti (...) è diventato fondamentale perché un tempo era difficile (...) nel senso che richiedeva molto tempo (...) andare in varie biblioteche”. Il digitale ha quindi “velocizzato il trasferimento di informazioni (...) un articolo praticamente il giorno stesso che è pubblicato oramai diventa fruibile a tutti quanti in maniera anche molto molto semplice” (IR55). Inoltre, in “articoli o pubblicazioni già su riviste (...) i dati che si possono ricavare sono abbastanza completi”.

Tuttavia lo stesso IR55 fa emergere una tensione rispetto a quelli che definisce colloquialmente i “non-risultati” delle ricerche. Secondo IR55 “alcuni ricercatori chiaramente (...) mettono solamente i risultati positivi su una ricerca. Normalmente in ambito scientifico un... un non successo, tra virgolette, non viene pubblicato e sono quelli che magari sono i dati che un po' vengono persi perché il ricercatore o insomma chi ha scritto l'articolo (...) non riesce a valorizzare quel... quei risultati ritenendoli dei non risultati”. Come si accennava precedentemente, la testimonianza di IR55 sembra quindi evidenziare che, nella realtà, i principi mertoniani della “struttura normativa” della scienza vengano meno, con gli insuccessi che vengono nascosti, purificati e considerati come fallimenti inaccettabili, inutili e non pubblicabili. Sembra d'accordo su questo punto anche MN60, secondo cui un aspetto critico delle pubblicazioni online riguarda la “verificabilità del dato”, cosa che alle volte si riduce a un “approccio fideistico”. Più in generale, MN60, pur considerando il digitale come una “possibilità in termini di funzionalità e soprattutto di velocità” si domanda criticamente se “a noi serve più la velocità con cui l'informazione viene trasmessa oppure la capacità di analizzare ed elaborare quell'informazione”. MN60 contrappone quindi la “enorme quantità di informazione” e la “informazione di qualità”, facendo emergere quel problematico *trade-off tra rapidità e qualità* che caratterizza il digitale a cui si accennava precedentemente, in riferimento all'acquisizione delle immagini attraverso il microscopio digitale. Aggiunge poi che “le grandi scoperte scientifiche a volte sono state fatte tramite il *brainstorming*”, un processo che punta “non tanto alla quantità ma alla capacità di elaborarla quella informazione”. E anche per GE45 questa “rivoluzione” ha dei “pro” e dei “contro”. Tra questi c'è in primis “l'iperproduzione”, visto che “la facilità di

sottomettere dal punto di vista tecnologico (...) ha creato uno scompenso (...) qualitativo”. Prima, dato che il processo di scrittura durava anche un anno, si “controllava anche le virgole (...) ora poiché la *submission* è con un click (...) si è anche un po' andati (...) nel peggioramento (...) della qualità generale”⁵². GE45 sottolinea però che il peggioramento è dovuto anche ad altre cause ovvero ai bassi “finanziamenti” e alla “valutazione delle ricerche sugli indici bibliografici”. Anche rispetto alla mail c'è un'ambivalenza perché è uno strumento che “facilita i contatti” ma occorre distinguerle in “utili” e “inutili” onde evitare un “aggravio sul lavoro”. Infine, le parole di FL50 sollevano un'altra criticità, stavolta relativa alle implicazioni economiche che la digitalizzazione delle fonti ha avuto per i ricercatori e per l'università. Nel suo caso, infatti, la biblioteca universitaria non usufruisce più dell'abbonamento cartaceo, che costava “decine di milioni di lire”, scaricando i costi di quello digitale (ovviamente più contenuti) sui singoli ricercatori:

“quello che tu facevi una volta manualmente mo gli dai il comando e te lo dà, solo che lo devi pagare, e noi non abbiamo più l'abbonamento. Io mi sono iscritto all'American Chemical Society e c'ho due ricerche all'anno giusto perché sono socio dell'ACS e mi pago la mia quota annuale, 150 dollari. Quindi come *benefit* c'ho questi... due ricerche bibliografiche e non le devo sbagliare, perché se la sbaglio e gli do il comando sbagliato me ne sparo una (...) di ricerca bibliografica gratis. A pagamento costa l'ira di Dio. Quindi non è proponibile (...) esiste chi se lo può pagare e lo usa, noi non ce lo possiamo pagare, non lo usiamo”.

Si tratta di una testimonianza importante, che mette in discussione un luogo comune sull'infrastruttura digitale, ovvero la sua accessibilità totale e gratuita. Questa caratteristica, continua FL50, si riscontra in “tutta una serie di altre banche dati”, come Scopus e Web of Science, che però offrono materiale “in maniera (...) poco sistematica” e che consentono solo “di arrabattarti”.

⁵² Un aspetto di questa tendenza ulteriormente accelerato dalla crisi pandemica riguarda le pubblicazioni *pre-print* e *under review*, di cui i media generalisti riportano i risultati con potenziale di notiziabilità, anche se del tutto provvisori e successivamente smentiti.

Infine, un'altra dimensione importante del lavoro di ricerca e del suo cambiamento in senso digitale riguarda **la conservazione del materiale prodotto** e la sua eventuale divulgazione. Per IR55 la "conservazione" del cartaceo, con il suo "volume fisico", creava "un problema" oggi superato perché adesso "è facile conservare tutte le pubblicazioni" che inoltre possono essere recuperate "più facilmente inserendo una parola-chiave" per cui ci vogliono "pochissimi secondi a recuperare questa informazione (...) quindi dal punto di vista della ricerca il digitale è stato fondamentale, importantissimo". Anche DT55 si sofferma sul processo di dematerializzazione degli archivi: gli armadi ormai sono "vuoti", mentre foto e diapositive diventano "cimeli storici". "C'era un'occupazione anche di spazio fisico, adesso non esiste più" grazie agli hard disk e al cloud. Come risvolto negativo dei supporti digitali c'è il fatto di essere legati all'energia elettrica "nel senso che ormai siamo dipendenti dalle macchine. I nostri archivi (...) non sono più fisici ma sono digitali (...) quindi c'è il rischio di rimanere senza, con un pugno di mosche dalla sera al mattino (...) se c'è un collasso del mio pc e del mio hard disk di backup e del drive io perdo tutto in una frazione di secondo". DT55 riferisce di aver subito "delle perdite parziali, ma molto piccole", ma è anche a conoscenza "di colleghi che si sono trovati dalla sera alla mattina senza nulla perché non hanno fatto (...) abbastanza backup oppure si sono affidati solo al drive sul cloud e non fisico (...) sono tragedie". Anche ad MN60 "qualche volta" è capitato di non riuscire più ad aprire qualche file, evenienza per cui "uno dovrebbe farsi le copie di backup" o salvare "tutto in una memoria esterna".

4.1.4 Evoluzioni epistemologiche: dall'informazione per descrivere la vita alla vita come informazione e come rete

Dopo aver descritto gli strumenti e le pratiche che caratterizzano l'ecologia digitale nel suo farsi in campo, in laboratorio e in studio, proviamo ora a illustrare, su un piano più generale e astratto, le implicazioni di questi sviluppi sul piano epistemologico, ovvero sul modo di conoscere, pensare e rappresentare l'ambiente e la vita. Come si accennava già nel §1.1.2, è un fatto assodato che lo sviluppo delle teorie matematiche dell'informazione alla base delle telecomunicazioni analogiche prima, e di quelle digitali poi, abbia avuto un profondo impatto sull'ecologia, fornendo alla disciplina "un nuovo apparato concettuale, in base al quale l'ecosistema può essere descritto non solo in termini

di flussi energetici, ma anche in termini informativi” (Strassoldo 1994: 282). Si tratta di una **trasformazione epistemologica** fondamentale perché riguarda il significato stesso dell’informazione, che nell’ecologia classica rappresenta un semplice mezzo attraverso cui descrivere la vita e gli ecosistemi, mentre nell’ecologia contemporanea ne costituisce l’essenza.

Una delle applicazioni più lampanti di questo paradigma si ha nel campo della biologia, dove la scoperta avvenuta tra gli anni ‘50 e ‘60 del codice genetico inscritto nel DNA di tutti gli organismi viventi rappresenta al meglio la metafora della vita come informazione. Questa visione informazionale è tuttavia individuabile anche in altre branche delle scienze naturali. Il divulgatore scientifico PS35 mi fornisce durante l’intervista alcuni esempi in cui questa tendenza è particolarmente evidente. Tra i primi casi citati c’è quello degli **automi cellulari**, modelli matematici utilizzati per descrivere e rappresentare attraverso interfacce informatiche l’evoluzione di sistemi complessi, compresi gli ecosistemi. Particolarmente significativo in questo senso è Wa-Tor⁵³, un automa cellulare basato su un algoritmo ideato dal matematico Alexander Keewatin Dewdney nel 1984 per descrivere l’equilibrio tra le popolazioni di due specie animali in rapporto di predazione. Lo studio degli automi cellulari – che significativamente emerge a partire da figure centrali per la digitalizzazione quali Claude Shannon, Norbert Wiener, Alan Turing e John Von Neumann – si è perfezionato nel tempo con livelli di complessità crescenti. Per esempio, PS35 riferisce che il noto fisico Stephen Wolfram ha pubblicato di recente “una sua nuova teoria del tutto (...) [in cui] riprende il modello degli automi cellulari e (...) dimostra che poi in realtà l’universo si è evoluto attraverso questo concetto dell’informazione (...) Lui parte da due numeri di base [che permettono] di avere un’evoluzione complessa che replica la teoria della gravità universale, (...) la teoria della meccanica quantistica, e quindi di fatto permette l’emergere della vita” (PS35). Ecco quindi che l’informazione, appositamente strutturata in algoritmi che partono da un semplice codice binario, può descrivere, rappresentare e simulare automaticamente la vita, l’ambiente e persino l’intero universo. Secondo PS35 questi sviluppi informativi stanno crescentemente interessando l’epistemologia della scienza ecologica: anche James Lovelock – l’illustre scienziato autore di *Gaia*, “uno dei testi fondanti dell’ecologia

⁵³ Wa-Tor: <https://tinyurl.com/449jfeac>

moderna” (PS35) – ha pubblicato un libro, *Novacene*, in cui abbraccia questa visione, sostenendo che Gaia non “è un sistema che deve garantire il sostentamento della vita: in realtà, deve garantire il sostentamento dell’informazione” (PS35).

Spostandosi su un piano più operativo, secondo PS35 il più evidente impatto epistemologico della digitalizzazione sulle scienze ambientali è rappresentato dallo **sviluppo della modellistica**. Quest’ultima ha da un lato “permesso di ragionare come sistema” e quindi di “comprendere proprio la complessità del modello ecologico che altrimenti sarebbe sfuggita”, ma dall’altro pone “difficoltà a capire il singolo elemento del sistema ecologico” che invece “sfugge alle leggi (...) fisiche e ai tentativi di ridurlo a un modello digitale”. D’altra parte, era “l’ecologia tradizionale (...) quella in cui (...) la ricerca empirica ti dà una conoscenza dei singoli elementi”. PS35 precisa che “tutte queste cose di cui abbiamo parlato non è che siano viste bene nell’ambito della biologia o dell’ecologia di per sé, perché si dice che alla fine è la solita “fisica *envy*”, l’invidia della fisica in cui ogni disciplina cerca di matematizzarsi perché è la cosa che è più solida no? la matematica...” (PS35). Ciò, per inciso, trova una piccola conferma nella testimonianza dell’ecologo MN60, secondo cui parlare “di scienze applicate come strumento oggettivo (...) è una mera presunzione” perché “anche in questi settori ci sono correnti di pensiero che tendono poi a dare la propria interpretazione del dato oggettivo” (MN60).

Eppure, tra gli scienziati intervistati ricorre spesso, nell’ambito delle loro ricerche, una tendenza epistemologica ad informazionalizzare – ridurre e ricondurre a informazione – la vita e dell’ambiente. L’esempio più rilevante riguarda l’utilizzo dei cosiddetti **bio-indicatori**, ovvero di organismi la cui assenza o presenza, ed eventuale abbondanza, è associata a un certo stato di salute dell’ambiente. Questa associazione è fondamentale nelle ricerche svolte dal laboratorio di entomologia a cui afferiscono quattro degli undici ecologi intervistati. ED30, per esempio, descrive il progetto in cui è impegnato come una “valutazione ecologica” di alcune aree di un Parco regionale che avviene attraverso la cattura e la classificazione degli insetti presenti in una certa area. ED30 infatti spiega che

“attraverso alcuni gruppi particolari [di insetti] (...) [si può] valutare la qualità ambientale perché questi particolari gruppi sono particolarmente sensibili ai cambiamenti ambientali quindi [si può]

valutare la presenza-assenza di alcune specie e l'abbondanza di queste specie all'interno di queste aree per poi fare una valutazione (...) della naturalità o della antropicità diciamo delle... delle varie aree (...) attraverso la presenza di queste specie andiamo a valutare lo stato di naturalità o meno di un'area (...) queste specie che come ti ho detto sono estremamente diciamo sensibili alle variazioni ambientali, quindi se c'è una... se c'è un cambiamento magari ambientale, se c'è una forte antropizzazione alcune specie non vengono... non vengono ritrovate, mentre in... in aree magari più naturali vengono ritrovate queste specie...” (ED30).

In maniera del tutto simile, il collega LS30 spiega che alcuni insetti fungono da bio-indicatori che “possono dirti ‘la qualità ambientale di quest'area è ottimale’ oppure indicano che l'ambiente in questione non è diciamo naturale oppure non è qualitativamente ottimale” (LS30). Anche CC30, che lavora a stretto contatto con LS30 e ED30, definisce la propria ricerca come una “bio-indicazione”, il cui scopo generale è “valutare con lo studio degli insetti la qualità dell'ambiente” dato che alcune “specie possono essere utilizzate come bio-indicatori”. CC30 spiega che studiare la “distribuzione” e “l'abbondanza o meno” degli insetti serve per stabilire la loro rilevanza ai fini della valutazione dato che “le specie... non tutte hanno la stessa importanza” essendocene alcune “rare” e altre “comunissime”. DB spiega che “qualcosa non sta andando bene” se, in una certa area, non si trova più una specie rara precedentemente documentata dalla “bibliografia”. Il suo collega LS30 esprime lo stesso concetto dicendo che trovare “mille esemplari di una determinata specie (...) se quella specie è comune, non ci dice niente. È sempre meglio magari trovare una specie importante da un punto di vista ecologico piuttosto che mille di una specie abbastanza comune”. Ne consegue che, nell'epistemologia dell'ecologia contemporanea, esistono specie più e meno importanti perché più o meno indicative.

L'utilizzo di essere viventi come fonte di informazioni non è tuttavia peculiare della sola entomologia, ma si riscontra anche nei discorsi di alcuni ricercatori impegnati in altre discipline. L'ecologa FL65, per esempio, spiega che un suo lavoro di monitoraggio delle acque superficiali di un fiume si è avvalso del “campionamento dei

macroinvertebrati” ovvero di “piccoli organismi (...) di tipo bentonico [che] vivono attaccati al substrato (...) e che sono distribuiti (...) in base alla loro sensibilità”. La ricerca si basava “sulla presenza\assenza di questi organismi che (...) sono degli eccellenti bio-indicatori (...) quindi la presenza dell'organismo per esempio più sensibile è indice di una buona qualità delle acque. La presenza solo di organismi (...) che vivono anche in acque inquinate ti fa capire che la qualità dell'acqua non è buona.” Questi organismi, inoltre, “riescono ad accumulare gli elementi, i tossici” per cui “si gioca (...) anche sul bio-accumulo”. L'ecologo MN60 fa invece riferimento ai “bio-monitor (...) organismi che rispondono in maniera direttamente proporzionale (...) all'esposizione a contaminanti atmosferici” e spiega che per “la qualità dell'aria si usa, almeno in Italia, l'IBL (Indice di Biodiversità Lichenica, ndr)”. Anche GE45, ricercatrice impegnata nel campo dell'ecotossicologia e in particolare dell’“inquinamento atmosferico da composti organici”, spiega di aver usato “organismi vegetali per poter monitorare i trend di contaminazione atmosferica” – come ad esempio “foglie di piante di leccio”, “muschi e licheni”– dalla cui “analisi dei tessuti (...) si può risalire a dei valori di concentrazione che non sono sicuramente quelli misurati con le centraline, però che ti danno comunque un'idea di quel sito più contaminato, del meno contaminato, quindi diciamo dei trend di esposizione sia spaziali che temporali”.

Va aggiunto che il nesso epistemologico tra determinate forme di vita e informazioni sull'ambiente è marcatamente valutativo. I bio-indicatori servono cioè a **valutare lo stato dell'ambiente**, ossia a conferirgli un valore in una scala che, tuttavia, non è ben chiara. Nelle parole dei ricercatori più giovani e meno esperti, tale scala sembra infatti oscillare tra valori problematici e arbitrari come “naturalità” e “antropicità” (ED30), oppure “ottimale” e “non ottimale” (LS30). Tuttavia, anche un ecologo esperto come MN60, che illustra con dovizia di particolari la differenza tra indici unimetrici e multimetrici utilizzati nei monitoraggi ambientali, precisa che “il grado di discostamento da una condizione ideale (...) devo dire la verità (...) è ancora diciamo così... definito con una scala arbitraria (...) anche se ha una sua ragionevolezza” (MN60). DT55, geologo e paleontologo, è l'unico scienziato intervistato che precisa di non occuparsi personalmente di valutazioni e monitoraggi ambientali poiché si interessa di ambienti del passato: “la grande differenza tra *ecology* e *paleoecology* è proprio questa, noi andiamo a misurare gli ambienti del passato”. Precisa quindi che “la qualità è sempre in funzione dell'umanità

(...) la qualità dell'ambiente è sempre in funzione della nostra visione, non del pianeta (...) non c'è un ambiente qualitativamente migliore o peggiore rispetto alla cosiddetta natura. La natura è... è come è (...) quindi qualità cosa significa? Significa tutto e significa niente. Non esiste una valutazione di qualità”.

Ciò sembra segnare un altro fenomeno epistemologico di rilievo: mentre l'ecologia classica era interessata a *descrivere* gli ambienti, la tendenza attuale sta nel *valutare* il loro stato di salute, assumendo così una **connotazione essenzialmente politica**. Come visto nel §1.1.2 dedicato alla storia dell'ecologia generale, la latente politicizzazione dell'ecologia è un fenomeno che caratterizza già dalla metà del Novecento la storia di questa disciplina a causa del suo carattere particolare, ibrido, liminale e tendenzialmente applicativo: contrariamente a discipline come la fisica e la chimica che tendono a descrivere i fenomeni per astrazione, l'ecologia è indissolubilmente legata alla concretezza del territorio e alla sua gestione. Ciò, per inciso, si riscontra pienamente nei soggetti intervistati che – parafrasando una di essi (GE45), possono distinguersi nettamente in due categorie, quella degli “ecologi ecologisti” e degli “ecologi non ecologisti” – ma sono tuttavia accomunati dal rapporto con enti pubblici di tutela e conservazione ambientali quali i parchi regionali e nazionali in cui *tutti* svolgono le proprie ricerche (quasi tutte di taglio valutativo). In merito alla valutazione della qualità ambientale, il biologo vegetale e molecolare IR55 spiega che “quello che noi andiamo a valutare è diciamo lo stato di benessere di una popolazione” che si valuta “in base per esempio al numero di individui che sono fertili”. Per ogni specie ci sarà quindi un “numero soglia” che esprime il “valore ottimale per garantire il mantenimento di quella popolazione nel tempo”. Tuttavia, non essendoci “delle vere e proprie tabelle-chiave (...) si possono utilizzare (...) i dati che ci sono in letteratura”. Nel campo di IR55 la valutazione serve quindi a stabilire il rischio di estinzione. L'ecologa FL65, invece, definisce “l'ecologia tradizionale” come “una cosa statica”, mentre “gli ecosistemi sono in movimento” a causa delle “attività antropiche (...) che stanno sfracellando tutto”. Dunque, “è importante capire man mano che si modificano gli ecosistemi, cosa dobbiamo fare, come dobbiamo agire e quali sono le conseguenze sugli organismi animali e vegetali, e soprattutto sull'uomo”. Nelle interviste, quindi, l'ipotesi di un nuovo nesso epistemologico tra informazione e vita derivante dalle teorie matematiche dell'informazione alla base della digitalizzazione emerge nei termini dei bio-indicatori e

dei bio-monitor, forme di vita utilizzate come fonte di informazioni attraverso cui valutare lo stato di salute di un ambiente. In chiave STS, e in questo caso adottando la prospettiva ANT, si può dire che insetti, foglie, muschi, licheni e altri organismi fungano da **alleati non-umani arruolati** in un'impresa scientifica *latentemente* politica, espressione di quella sostenibilità "intermedia" vista nel §1.1.5.

Un'ultima suggestione relativa all'impatto della digitalizzazione sull'episteme dell'ecologia riguarda la possibilità di un **doppio transfert** tra il concetto di *network society* e la concezione reticolare della natura. L'ipotesi, che richiama esplicitamente quella formulata da Bellamy Foster e Clark (2008) illustrata nel §3.1.1, è che il concetto di rete stia trovando una crescente applicazione in ambito ecologico proprio grazie allo sviluppo delle reti digitali, che dal canto loro appaiono sempre più naturalizzate proprio grazie all'applicazione in ambito ecologico della metafora della rete. A sostegno di questa ipotesi ci sono le parole di PS35, che sottolinea "una connessione profonda tra ecologia e cibernetica" come anche il fatto che "ogni essere vivente è un nodo di una rete più ampia, questa è anche la teoria di *Gaia*, di Lovelock in generale". L'instaurazione di un nesso tra ambiente e rete è rintracciabile anche in altre piccole ma significative testimonianze, come quella rappresentata dal libro *La rete della vita* in cui il fisico Fritjof Capra (2017) "delinea (...) una prospettiva rivoluzionaria sugli ecosistemi naturali e sugli esseri viventi, portando alla luce l'incredibile rapporto di interdipendenza tra il singolo individuo e il sistema di relazioni in cui è immerso. La somma di queste relazioni, che legano gli universi della psiche, della biologia e della cultura, è una rete: la rete della vita"⁵⁴. Altri due piccoli ma importanti esempi del nesso ambiente-rete sono dati dal recente studio in cui l'ecologa Suzanne Simard sostiene che gli alberi comunicerebbero tra loro in una rete significativamente ribattezza *Wood Wide Web*⁵⁵, e dalle parole con cui Barbara Mazzolai, biologa all'Istituto Italiano di Tecnologia, illustra un suo progetto di ricerca al TG1 evidenziando il carattere valutativo di questa concezione informazionale e reticolare: "le piante utilizzano dei segnali elettrici per comunicare. È la comunicazione veloce che utilizzano le piante. Allora noi abbiamo sviluppato dei sistemi con cui misuriamo il potenziale d'azione generato dalle piante. Possiamo utilizzare le piante come sensori, cioè quindi sensori naturali nel loro ambiente che ci danno informazioni sulla qualità

⁵⁴ Abstract del libro, cfr. Rizzoli: <https://tinyurl.com/3z9pvt76>

⁵⁵ Reggiani, R. (13/01/2019): <https://tinyurl.com/vtbjw3jc>

dell'ambiente". PS35, infine, specifica che tutto ciò “per la fisica è assolutamente vero perché (...) tutte le nuove teorie, i nuovi tentativi di (...) capire l'essenza dello spazio-tempo vengono fatti in termini di costruzione di reti” (PS35). In questo processo il digitale, a sua volta, trae forza dalla naturalizzazione della metafora della rete, tendendo a svilupparsi in senso sempre più ambientale, come vedremo nel §4.4 a cui si rimanda per approfondire l'argomento.

4.2 La digitalizzazione dell'ecologia socio-politica

Se nel paragrafo precedente è stato preso in considerazione il ruolo del digitale nell'ecologia scientifica, e quindi nel processo di produzione del dato scientifico, vediamo ora il suo ruolo nell'ecologia sociale e politica, un ambito il cui nucleo è rappresentato dalla partecipazione alla questione ambientale. Qui ad essere centrali sono infatti i modi in cui gli attori si servono del digitale per agire in maniera ecologica e sostenibile sull'ambiente. Come vedremo nelle pagine seguenti, tali modalità di partecipazione digitale sono accomunate da una dimensione che è prioritariamente infrastrutturale – e cioè votata a creare/sostenere relazioni basate sullo *scambio di informazioni*, tra persone, tra persone e cose o anche semplicemente tra cose – piuttosto che alla *creazione di informazioni* e dati, come nel caso dell'ecologia scientifica. Ciò non impedisce che l'ecologia digitale sia caratterizzata da una pluralità di forme, logiche, *script* e co-articolazioni anche molto diverse tra loro e che comportano diverse implicazioni partecipative. Da questo punto di vista, come vedremo, il digitale può presentarsi come uno strumento di informazione che se da un lato ricalca dinamiche mediatiche tradizionali, dall'altro presenta le sue peculiarità; oppure esso può rappresentare un più complesso strumento di comunicazione votato all'arruolamento, alla creazione di reti locali o globali e all'attivazione di processi partecipativi non prettamente digitali; infine, quando articolato nei registri del tecno-soluzionismo e dell'economicismo, il digitale arriva a costituire il fine stesso dell'azione partecipativa ecologica.

Sono queste le principali concezioni dell'ecologia digitale che emergono dall'indagine empirica, anche in questo caso condotta principalmente attraverso lo strumento dell'intervista. Qui il campione, più ristretto rispetto al precedente, consiste complessivamente in 10 soggetti. Tra questi vi sono un'educatrice ambientale, un

giornalista ambientale, il responsabile di un'azienda di efficientamento energetico e tre attivisti. Uno di questi ultimi, affiancando alle sue attività militanti un percorso professionale accademico, è l'unico intervistato a fungere sia da attore sociale che da testimone privilegiato, ruolo, quest'ultimo, interpretato anche da altri quattro esperti, di cui verranno utilizzate alcune dichiarazioni ritenute particolarmente significative. Come per il campione relativo agli scienziati ambientali, anche in questo caso la composizione eterogenea in termini di ruolo e qualifica riflette l'esigenza di focalizzarsi non su una specifica tipologia di soggetti, ma sulle diverse sfumature dell'ecologia sociale e politica.

A supporto delle interviste è stato impiegato del materiale documentale raccolto online, stavolta costituito principalmente da immagini divulgative, *screenshot* di applicazioni digitali, articoli giornalistici, testi pubblicitari e video reportage. Tali materiali sono ritenuti significativi ed esemplificativi dei potenziali *case-studies* a cui rimandano e che rappresentano progetti, iniziative, aziende o prodotti tecnologici che ben aderiscono alla categoria dell'ecologia digitale e al processo di digitalizzazione dell'ecologia socio-politica. Di tali casi di studio non si offre un'analisi intensiva e approfondita per ognuno di essi, bensì una lettura estensiva e d'insieme che punta a fornire degli esempi concreti in cui – tramite l'applicazione del quadro teorico di riferimento, in questo caso rappresentato dalla **Actor-Network Theory** – individuare problemi e contraddizioni nascoste dalla retorica dominante.

4.2.1 La Rete come mezzo di informazione: supporto o ostacolo alla partecipazione?

Una prima modalità di coinvolgimento del digitale nell'ecologia socio-politica emersa dalle interviste riguarda il ruolo della Rete come “semplice” mezzo di informazione. Tale modalità emerge in particolare dalle testimonianze di due intervistati, BD40 e CN45, le cui esperienze partecipative, riprendendo la distinzione operata nel §1.1.4, sono tipicamente informazionali ma tuttavia differenti tra loro.

BD40 è infatti un'**educatrice ambientale** che, dopo lunghe e numerose esperienze di volontariato presso associazioni ambientaliste, ha iniziato a offrire percorsi formativi in scuole elementari, medie e superiori per conto di una cooperativa. Il contributo di BD40 alla questione ambientale è quindi principalmente informazionale

perché consiste nell'educare, e cioè appunto nel trasmettere informazioni che, nel caso specifico, riguardano i problemi della dispersione dei rifiuti, dello spreco di acqua, dello spreco energetico e le buone pratiche con cui contrastare queste criticità. Nello svolgimento di questa sua attività professionale, come anche nelle precedenti esperienze di attivismo e volontariato, BD40 sembra non avvalersi di particolari strumenti digitali e, anzi, riferisce appunto di esser “nata con un attivismo non digitale” di cui adduce alcuni esempi: “portavo in giro famiglie, scolaresche, mostrando... non so... le bellezze naturali del territorio (...) quando avevo 12-13 anni io andavo in giro a pulire i boschi, a pulire le spiagge”. L'unico aspetto digitale su cui BD40 si sofferma molto brevemente riguarda “internet”, che viene considerato “utilissimo per diffondere informazioni (...) offre tantissime opportunità (...) educative di diffusione delle informazioni”. Nella prospettiva di BD40, quindi, il digitale sembra corrispondere esclusivamente al Web, che svolgerebbe una funzione tanto semplice quanto efficace di “supporto” alle sue attività. In questo caso, riprendendo le categorie viste nel §3.1.2, l'esperienza partecipativa è co-articolata nei termini di una logica pragmatista in cui il digitale è solo uno strumento informativo al servizio di *altre* attività che costituiscono il vero nucleo partecipativo.

Assai più dettagliata è invece la testimonianza di CN45 che, in quanto **giornalista ambientale** professionista, conosce bene le caratteristiche della Rete come mezzo di informazione di cui riesce ad apprezzare ma anche a problematizzare le dinamiche più profonde. Avendo scritto per numerose testate, CN45 riferisce innanzitutto che su blog e giornali online il lavoro è quantitativo poiché vengono richiesti uno o due articoli al giorno. CN45 spiega che ciò gli ha permesso di avvicinarsi a molte tematiche differenti, sviluppando un approccio multidisciplinare e una “visione molto aperta”, ma puntualizza anche che si tratta di un lavoro con “ritmi assurdi” e richieste “ossessive”, dettate dalla “pressione dell'attualità”, per cui si parla solo delle “emergenze” e degli “imprevisti”, concentrandosi più sugli effetti che non sulle cause. Nel raccontare il suo percorso giornalistico, CN45 cita numerose testate online specializzate nell'informazione ambientale ma, ricercandole sul Web, si scopre che molte di queste non esistono più, o quantomeno non sono più accessibili. Ciò conferma l'ipotesi, già ampiamente dimostrata da altri (cfr. §3.1.2), che l'informazione online è volatile e temporanea, mancando di quella continuità che è invece fondamentale per comprendere e affrontare la questione ambientale. CN45 sottolinea inoltre che il giornalismo ambientale online, soprattutto in

Italia, “soffre” ed è vulnerabile perché il *business model* editoriale si basa prevalentemente sulla pubblicità, mentre le tematiche ambientali sono spesso in conflitto con gli interessi economici degli sponsor. Altri problemi specifici dell’informazione ambientale online sono, secondo CN45, la “parcellizzazione” e la presenza “dilettantistica” di molti autori, che scrivono di ambiente pur avendo “un altro lavoro e non hanno proprio il tempo materiale da dedicare a un lavoro fatto con cura”. Tuttavia, il giornalismo ambientale è ancora una “nicchia”, che si apre al grande pubblico solo per le cose più “stupide”, come i pettegolezzi su Greta Thunberg. CN45 fa poi emergere un importante aspetto del giornalismo online che può avere profonde implicazioni sull’informazione ambientale. È il discorso del SEO⁵⁶ e delle indicizzazioni che servono a “emergere nelle news” e a distinguersi nell’*information overload*: mentre “20 anni fa c’era la fidelizzazione verso la testata” ora bisogna avere “delle buone chiavi di ricerca” affinché “le persone finiscono sul tuo articolo”. Fornendo un esempio concreto di confronto tra la titolistica dei giornali cartacei e di quelli online, CN45 dimostra che questi ultimi devono essere “aderenti” alle ipotetiche ricerche del lettore oppure “pruriginosi” e “scioccanti” secondo la logica del *clickbait*. Tale dinamica conferma pienamente i cambiamenti nella struttura dell’informazione apportati dal digitale e sottolineati dai *Media Studies* (cfr. §3.1.2). Secondo CN45, tutto ciò delinea, per gli autori degli articoli, un “lavoro folle”. Altro aspetto problematico che l’intervistato fa emergere riguarda la tensione tra la divulgazione affidata agli esperti e la promozione di prodotti più o meno sostenibili tramite *influencer* con molti *follower*. CN45 dice quindi che “l’ecosistema informativo è inquinato dalla sovrapproduzione, come il mondo reale” e che c’è una “marginalizzazione” delle notizie realmente importanti a cui si affiancano “fratture”, “estremismi” e “polarità”. Al contrario della televisione che era un mezzo “ecumenico”, il web è infatti “iper-divisivo” perché, mentre nella comunicazione di persona le parole e le idee si mescolano in un flusso e in un dialogo, online è tutto a “comparti” e “si vede in maniera ben distinta che su quella cosa lì non sei d’accordo”.

Condividono una visione molto simile anche due **testimoni privilegiati** intervistati, LU40 e **OL45**. Quest’ultimo ritiene infatti che “nell’epoca dei mass media forse c’era meno polarizzazione”, probabilmente grazie a un “*agenda setting* a largo

⁵⁶ Il *Search Engine Optimization* è un insieme di attività finalizzato a migliorare il posizionamento di un contenuto ospitato su un sito web nella pagina dei risultati offerta da un motore di ricerca dopo una *query*.

raggio” che coinvolgeva “l’intera opinione pubblica” anche attraverso immagini di forte impatto come quella “dell’orso polare dimagrito”. Nelle “bolle di polarizzazione”, invece, non c’è “un vero confronto, vero dialogo, vera integrazione”. Tutto ciò delinerebbe una “grave minaccia” all’idea, per lui importante, di “coscienza ecologica”. Molto simile è anche la prospettiva di LU40, secondo cui “la mediazione è indistinguibile dall’affezione”, nel senso che “i social media digitali sono classificabili come ambienti affettivi” in cui ci si immerge come in un “bagno emotivo” che si traduce in “polarizzazione”, “tifoserie” e “scie emotive” anche rispetto all’ambiente. Sempre secondo LU40, la “sensibilizzazione” attraverso il ricorso a immagini di forte impatto come la “petroliera che perde al largo delle Mauritius”, pur essendo una dinamica tipica anche dell’informazione televisiva, è “quanto di più funzionale al processo di polarizzazione e di affettivizzazione delle problematiche ambientali” che ha luogo sulla Rete: quel “granello di informazione” porta al “*pathos*” ma non “incide minimamente su quei comportamenti quotidiani” che andrebbero invece posti “al centro della discussione”.

Nell’esperienza di BD40 e CN45, quindi, il digitale è innanzitutto un mezzo di informazione che corrisponde alla Rete e alle sue sotto-infrastrutture modulari, come i siti web e i social-network, di cui i due intervistati offrono versioni diverse: semplice e pacifica nel caso di un utente base come BD40, che la considera come un efficace supporto alle sue attività; parecchio più complessa e problematica nel caso di un operatore esperto come CN45, che evidenzia invece quelle peculiari dinamiche in grado di ostacolare un’informazione ambientale coerente. In entrambi i casi, tuttavia, si tratta di esperienze partecipative in cui l’*agency* trasferita al digitale come attore non-umano è minima. La partecipazione di BD40 alla questione ambientale si sostanzia infatti in altri momenti e in altre attività svolte da lei stessa, mentre il digitale funge solo da supporto in quel grado zero della partecipazione che è il momento informativo. Ma anche nel caso di CN45, sebbene il digitale abbia un ruolo più rilevante, esso si limita a fungere da contenitore in cui versare il prodotto cognitivo dell’attività giornalistica svolta dall’intervistato.

4.2.2 La Rete come mezzo di comunicazione e partecipazione

Una seconda e più profonda modalità di coinvolgimento del digitale nelle pratiche dell'ecologia socio-politica riguarda la Rete come mezzo di comunicazione e partecipazione. La differenza rispetto alla modalità precedente sta nel fatto che qui il reperimento e la fruizione dell'informazione non sono più fini a sé stessi, bensì tendono ad attivare immediatamente delle forme partecipative altre rispetto alla semplice informazione ambientale. Qui, di conseguenza, viene trasferita al non-umano digitale e alla sua *agency* una più ampia e consistente parte di esperienza partecipativa, che tuttavia si sostanzia in attività diverse dalla semplice fruizione di prodotti o servizi digitali.

Lo stesso **giornalista ambientale CN45**, per esempio, ritiene che i social network siano molto importanti per i cittadini interessati a “manifestare dissenso”, e addirittura che siano “fondamentali” per l'**associazionismo**. La funzione di Facebook relativa agli eventi offline, in particolare, è considerata come il “mezzo più potente per arrivare al tuo target (...) è una cosa incredibile”. L'efficacia nel raggiungere un pubblico potenzialmente interessato deriva dal fatto che “molta gente è su Facebook da almeno dieci anni, quindi tu hai un *background* di dati incredibile per sapere con precisione...”. A questo proposito sono particolarmente eloquenti le parole di un altro **attivista e testimone privilegiato, DM40**. Questi unisce al suo impegno accademico nel campo della sociologia economica e dell'ambiente una partecipazione attiva alle mobilitazioni e alle **manifestazioni ambientaliste** del suo territorio. Secondo DM40, “*Fridays for Future* è impensabile senza Instagram, senza Facebook, senza WhatsApp, cioè sostanzialmente sono tutte organizzate così e sono forme di mobilitazione che nascono così, cioè a differenza di quelle di partiti, di gruppi, di chi affonda le radici nel ciclo di mobilitazione altermondialista no? e quindi ha conosciuto una fase di organizzazione in cui digitale era ancillare rispetto all'organizzazione classica”. Ma il digitale non caratterizza profondamente solo le mobilitazioni sociali di protesta. Anche per le organizzazioni ambientaliste e per i loro progetti esso rappresenta un mezzo potente, caratterizzato da grandi opportunità ma anche da dinamiche problematiche. Lo spiega bene **DP45**, un altro **testimone privilegiato** attivo nel campo della ricerca sociale secondo cui le **associazioni ambientaliste** “sono state in grado di esercitare influenza attraverso i nuovi media e le nuove tecnologie”, come nel caso di Greenpeace che, attraverso una campagna online di

raccolta firme, ha stoppato l'intervento di deforestazione programmato dal governo brasiliano di Dilma Rousseff. Sebbene in quel caso siano state determinanti anche altre azioni di *lobbying*, il ruolo delle piattaforme digitali è stato senz'altro importante perché "una cosa che i social media possono fare (...) è di mettere una gran pressione sulle persone" soprattutto quando "le cose circolano e diventano *trending*". Tuttavia, le organizzazioni ambientaliste che utilizzano strategicamente piattaforme come Facebook, Google, Instagram, TikTok "allo stesso tempo ne sono dipendenti, si scontrano con esse" perché devono trovare "modi di comunicare la natura e importanti questioni ambientali in modi che non gli sembrano sempre giusti". A questo proposito, DP45 racconta due episodi interessanti, entrambi riguardanti delle piattaforme digitali su cui due associazioni ambientaliste trasmettevano video in diretta attraverso *webcam* posizionate in siti di interesse faunistico. In entrambi i casi, racconta DP45, il pubblico seguiva con grande interesse i video, affezionandosi agli esemplari ripresi al punto che quando questi venivano attaccati da un predatore gli utenti protestavano e invocavano un intervento delle associazioni. Secondo l'intervistato, queste vicende mettono bene in risalto la contrapposizione tra il carattere "emotivo" della partecipazione ambientale digitale e gli approcci "scientifici, focalizzati non sui singoli esemplari ma sulla popolazione". In entrambi i casi ciò che si verifica è un esempio di "astrazione dal contesto (...) dalle relazioni ecologiche".

Altri esempi utili di mediazione partecipativa del digitale vengono forniti da **TZ30, un'attivista** coinvolta in diversi progetti di volontariato che dice di sentirsi "molto ecologista questa settimana perché sto (...) per diventare volontario di *Sea Shepherd*", associazione ambientalista che ha conosciuto attraverso *Seaspiracy*, un documentario trasmesso da Netflix sulla pesca intensiva che l'ha "veramente impressionata". TZ30 pensa che "un documentario del genere ha proprio un impatto enorme perché (...) è impossibile (...) non restare impressionati (...) ti cambia proprio il punto di vista". *Seaspiracy* è stato quindi un veicolo di partecipazione che ha portato TZ30 dalla semplice visione del documentario all'iscrizione presso un'associazione ambientalista. L'arruolamento presso *Sea Shepherd* è inoltre avvenuto tramite un primo contatto sul loro sito (cfr. fig. 26) e successivamente via mail. L'intento di TZ30 è di dare due ore a settimana come disponibilità per fare traduzione di contenuti da ospitare sul blog dell'associazione.

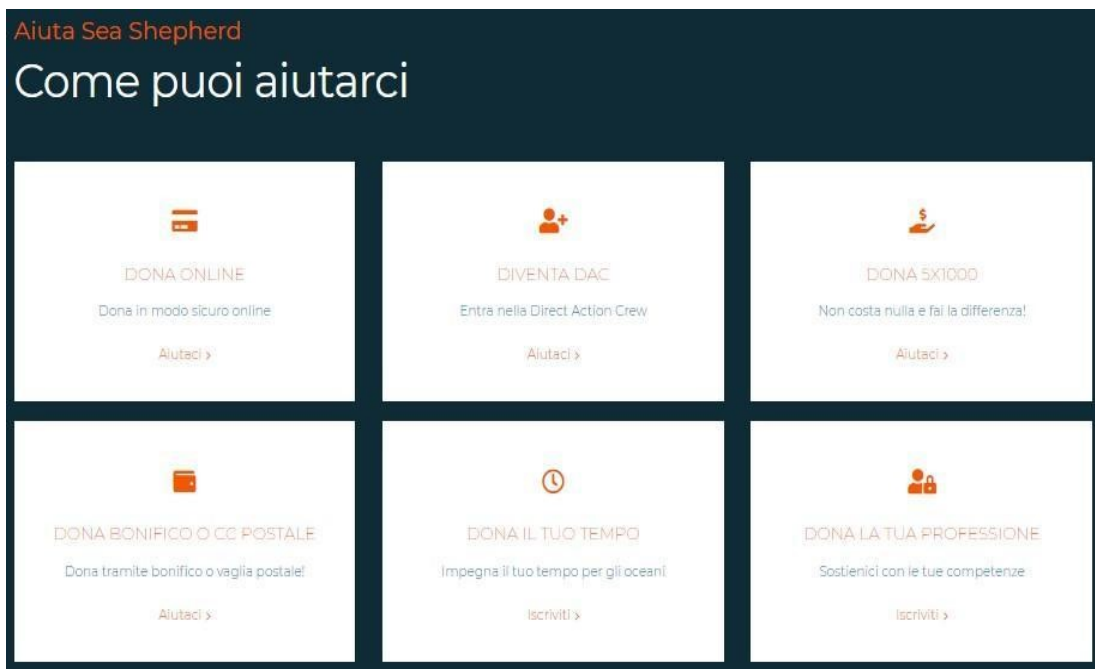


Fig. 26 - Screenshot del sito web dell'associazione ambientalista Sea Shepherd in cui sono elencate le diverse forme possibili di partecipazione e sostegno

Anche TZ30 trova quindi “molto utile” Internet, soprattutto per gli “eventi”. Lo ritiene addirittura “imprescindibile (...) per progetti di ecologia, perché permette di unirli” essendo “inevitabile la necessità di essere in rete a tutti i livelli, che sia personale, lavorativo o per scopi ecologici”. Per TZ30, infatti, “l’ecologia può funzionare solo se c’hai tante persone che abbracciano quell’idea” e in questo senso il digitale segnerebbe uno spartiacque: l’intervistato traccia infatti una distinzione tra “prima dell’era internet” in cui “dovevi avere un bacino di persone che è difficile raggiungere se non sei nessuno” e “adesso”, che puoi “trovare una risposta (...) puoi parlare a tutto il mondo” in una sorta di “globalizzazione” grazie alla quale “le persone possono scoprirti”. Tuttavia TZ30 sottolinea che “ci sono ovviamente anche i lati meno positivi” e non tutto è sempre “così trasparente”, per cui bisogna essere “molto abili a distinguere” tra “chi veramente fa ecologia” e “chi invece vende la sostenibilità”. Ulteriori esempi di partecipazione ambientale mediata digitalmente riguardano la possibilità di raccogliere fondi e firmare petizioni. Anche da questo punto di vista TZ30 mostra entusiasmo e convinzione, confidando molto nel *crowdfunding*, che permetterebbe di “raggiungere i tuoi sogni col supporto di altri”. A questo proposito emerge però una puntualizzazione interessante, che mette in luce l’importanza del saper contestualizzare la propria strategia per attivare una raccolta fondi di successo. TZ30 riferisce infatti di essere impegnata in un *crowdfunding*

per la realizzazione di un suo progetto personale, utilizzando però una piattaforma svizzera, perché la Svizzera è “un bacino ovviamente anche economico magari più sostenuto”.

La possibilità di comunicare digitalmente per conoscere e fare rete con persone dagli interessi simili è un aspetto fondamentale anche per **BL30, un ambientalista** particolarmente interessato alla permacultura, una pratica agricola fatta di “piccoli gesti”, in cui non si fa “niente altro che osservare cosa succede” e che si contrappone ai “grandi gesti” della “agricoltura convenzionale”. Attualmente BL30 è impegnato in un progetto che consiste nella costruzione di uno spazio che “non è prettamente un eco-villaggio, non è prettamente una comunità” bensì “un luogo dove verranno ricostituiti gli ecosistemi iniziali, verrà arricchita la biodiversità, verrà implementata la capacità di resilienza dell’ecosistema stesso, verranno creati diversi microclimi” al fine di “creare o meglio rigenerare un ecosistema che già c’era”. Per la realizzazione di questo progetto, BL30 sfrutta da tempo il digitale **per fare rete**, pubblicizzandolo la sua idea online ed entrando così in contatto con persone arruolate saltuariamente come collaboratori volontari. A questo proposito BL30 dice di essere “arrivato a un punto di dover creare un sito” perché chi gli dava una mano col web marketing gli ha detto che “per diffondere (...) la tua idea e il tuo (...) stile di vita ed anche i tuoi prodotti, devi comunque (...) diffonderti sul social”. Al netto della confusione tra sito web e pagina social, indicativa di un’indifferenza funzionale tra i due strumenti, BL30 riferisce di aver vissuto male questo passaggio perché sino ad allora si era volutamente isolato dal sistema social-mediale. BL30 dice infatti di non aver “mai avuto social network” e di essere “uno dei pochi a non aver mai avuto Facebook, a non aver mai usato Instagram” prima di dover aprire una “pagina lavorativa” necessaria alla promozione del suo progetto e alla “divulgazione di (...) tematiche ambientali”. Procedendo in questo senso, BL30 ha scoperto che “non puoi aprire una pagina [professionale] se non associ la pagina al profilo personale”, e ha così dovuto crearne uno proprio. Con il tempo BL30 ha smorzato il suo rifiuto totale e ha cambiato punto di vista, accettando il fatto che “la pagina lavorativa sia ad oggi necessaria”. Adesso BL30 non rifiuta più i social network come prima e anzi li apprezza “perché davvero stiamo creando una bellissima rete, una bellissima *community* di persone”. Creare il sito gli ha “permesso di finalmente gettare su carta delle idee, degli obiettivi (...) avendo poi una capacità di sintesi (...) per far arrivare il tuo messaggio al

lettore”. Per creare il sito “ci è voluto più di un anno” e gli è stato “suggerito di mettere delle foto (...) di parlare (...) dei viaggi, un po’ della mia storia”. Tuttavia BL30 non nasconde che per “mantenere la pagina viva (...) ci devi stare dietro e non so usarlo molto bene per cui ho delle difficoltà, perdo la pazienza”. Ciò, per inciso, si presta bene a un collegamento col punto di vista del giornalista CN45, secondo cui scrivere sui social è una forma di lavoro ombra (Lambert 2017), un “regalo” a una “piattaforma che lucra”, una forma di lavoro non pagato per alimentare un “flusso dove dopo poco ti sei già dimenticato di cosa hai letto” (CN45). BL30 dice di dedicare a “Facebook meno di un’ora al giorno (...), a Instagram un po’ di più ma perché ci devi stare più appresso” e infatti crede di eliminarlo mantenendo Facebook “che ha comunque un processo di informazione più ampio, la gente legge di più. Instagram è troppo un *flash*, una *flash community* [ride] (...) troppo, troppo veloce”. BL30 dice inoltre di far “parte di diversi gruppi (...) dove veramente si passa una quantità di informazioni pazzesca (...) è talmente abbondante (...) che insomma bisogna anche prenderli con le pinze (...) a volte mi sono sentito anche stanco perché era talmente tanta informazione che poi una persona curiosa (...) diventi pazzo”. Si tratta di gruppi in cui si fa sia divulgazione (per esempio rispetto alle erbe spontanee e alla sana alimentazione) sia rete per “conoscere realtà limitrofe” e “persone geniali”. Tra queste, BL30 cita un certo N., un signore che “vive in una forma super ecologica” ma che si è “completamente escluso dai social”. La sua sarebbe “una realtà bellissima da far conoscere perché il suo mondo già funziona (...) è già in rodaggio (...) Lui fa permacultura ma non diffonde permacultura (...) lo fa senza avere gratificazioni altrui, però dico cavolo! (...) Se ci unissimo tutti a diffondere un messaggio sarebbe poi meglio”. Infine, BL30 mi parla di alcuni

“incontri molto informali, una volta al mese su Zoom, dove diffondiamo i nostri progetti, creiamo rete regionale e non regionale e diamo la possibilità di aiutarsi a vicenda. Cioè se io sto coltivando in maniera sinergica ti posso insegnare e tu mi insegni come si cucina che ne so? vegano! per esempio no? (...) quindi attraverso [questi incontri] noi utilizziamo strumentalmente i social e... se Zoom si può chiamare un social... però insomma un mezzo telematico per diffondere realtà ecologiche e soprattutto creare rete e cercare di spronare persone come N. che fanno delle cose pazzesche”.

Oltre alle forme e agli strumenti evidenziati dagli intervistati, l'utilizzo del digitale come mezzo di comunicazione attraverso cui attivare altre forme di partecipazione ecologica è riscontrabile anche in una miriade di **progetti e prodotti** offerti da aziende e associazioni di cui si offre qui di seguito una piccola selezione e tipologizzazione. Una prima categoria è rappresentata da quei software, piattaforme online e applicazioni *mobile* che supportano l'utente nell'adozione di uno **stile di vita più sostenibile**. Si tratta quindi di specifici prodotti offerti da aziende e imprese e rivolti principalmente a singoli individui. Un caso esemplificativo è quello di **AWorld**, una app per smartphone che viene così presentata su un articolo online de *La Repubblica*:

“[AWorld] propone contenuti sui temi della sostenibilità e strumenti che sollecitano le persone a entrare ad agire per la salvaguardia del pianeta. Per raggiungere questo risultato, l'app valorizza i piccoli gesti quotidiani che generano un impatto positivo. AWorld permette agli utenti di monitorare i miglioramenti nelle proprie abitudini e visualizzare metriche precise dei risparmi generati (litri di acqua, chilogrammi di CO₂, rifiuti) (...) La app della startup torinese (...) è stata scelta dalle Nazioni Unite come lo strumento ideale per conseguire gli obiettivi della campagna ActNow, l'iniziativa che intende stimolare le singole persone ad adottare comportamenti virtuosi per contrastare i cambiamenti climatici. L'Onu ha lanciato ufficialmente AWorld alla fine dello scorso settembre, e ora conteggia già un milione di buone azioni che gli utenti hanno registrato sull'app. Il segreto del successo, spiegano gli ideatori, è ribaltare [parte mancante nell'articolo] usato finora nella comunicazione sui cambiamenti climatici. Basta messaggi punitivi del tipo: oggi hai contribuito all'effetto serra con tot chili di CO₂”⁵⁷.

Uno degli ideatori di AWorld, infatti, spiega di aver “preferito un meccanismo che premi, anche solo simbolicamente, chi si impegna a cambiare abitudini: dal fare una doccia che non duri più di 5 minuti, a usare la bici invece che l'auto, a portare una borsa da casa invece che farsi dare il sacchetto di plastica al supermercato”. Per inciso, questo

⁵⁷ Fraioli, L. (25/11/2020): <https://tinyurl.com/yc24ymtv>

ribaltamento retorico della comunicazione sociale deriva dalla comunicazione pubblicitaria, che già da tempo è consapevole dell'effetto *boomerang* e contro-produttivo dei messaggi punitivi rispetto a quelli gratificanti in grado di attivare una forma di "egoismo sublimato" (Gadotti 1998). Per il futuro, l'obiettivo degli sviluppatori dell'app è quello di "monitorare non solo le intenzioni ma anche i comportamenti reali degli utenti, a cominciare dagli spostamenti improntati alla sostenibilità". È evidente che ci troviamo di fronte a uno di quegli strumenti digitali che, come accennato nel §3.1.2, tendono a *gamificare* la partecipazione ambientale, che tuttavia è solo supportata e mediata digitalmente, dal momento che essa si concretizza invece in una serie di azioni quotidiane (vedi fig. 27).

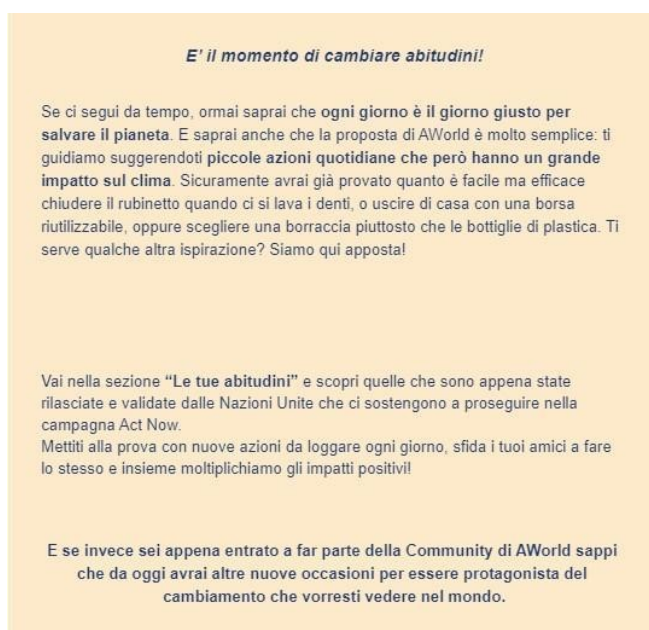


Fig. 27 - Screenshot di un messaggio lanciato dall'applicazione AWorld

Altro caso particolarmente interessante è rappresentato da un'altra applicazione per smartphone, **Junker**, pensata per aiutare i cittadini nell'effettuare correttamente la **raccolta differenziata** dei rifiuti. Anche in questo caso, lo strumento è presentato da un articolo online⁵⁸ del quotidiano *La Repubblica* in cui viene intervistata una delle ideatrici della applicazione, secondo cui:

“gli imballaggi sono una materia difficile, che non ci insegnano a scuola e che ci mette in crisi perché sono numerosi quelli difficili da

⁵⁸ Di Stefano, D. (13/11/2020): <https://tinyurl.com/2p8vjuux>

riconoscere (...) In certi comuni la carta va con gli imballaggi leggeri, in altri va da sola (...) il tetrapak a volte va con la carta a volte è raccolto a parte; la plastica a volte coi metalli a volte da sola; i metalli da soli o col vetro o con la plastica (...) molti packaging sono oggettivamente difficili da riconoscere, spesso sono composti di materiali diversi: questo ci mette in difficoltà (...) [sulle confezioni dei prodotti] il marketing usa tutto lo spazio e pochissimo resta per le informazioni sul riciclaggio. Anche i simboli dei materiali sono tutt'altro che chiari (e non sempre corretti): quello del triangolino, ad esempio, può avere un numero o la sigla del materiale (dai metalli alle plastiche) e questo non semplifica le cose”.

Per fronteggiare il problema a cui allude l'intervistata (che, per inciso, è un problema di marginalità e classificazione potenzialmente di grande interesse per gli STS) è stata sviluppata l'applicazione in questione, che l'articolo descrive così:

“in questo panorama confuso, Junker è sicuramente un'utile bussola. 1,4 milioni di download (è la prima app in Italia nella categoria utility), 800 mila utenti attivi ogni giorno, 1,6 milioni di prodotti censiti, che vengono riconosciuti inquadrando il codice a barre con la fotocamera del telefonino. Versioni in inglese, tedesco, francese, e, per le comunità straniere in Italia, cinese, rumeno, russo, ucraino e bulgaro. Pluripremiata (...) è utilizzata da oltre 800 comuni (10 milioni di abitanti) per comunicare coi cittadini (indicando ad esempio variazioni del calendario della raccolta porta a porta) e per ricevere da loro segnalazioni in tempo reale. Insomma, per sapere dove buttare i prodotti (...) è possibile scaricare l'app Junker. Mentre per quanto riguarda il cassonetto dipende dal Comune in cui ti trovi”.

La contraddittorietà delle ultime due affermazioni con cui l'autore chiude frettolosamente il suo articolo permette di stemperare l'esaltazione e di prendere in considerazione alcuni punti deboli dell'applicazione. Nell'esperienza concreta, infatti, il buon funzionamento di Junker non è così scontato come lasciato intendere dal “masters' narrative” (Mongili 2015: 45) dell'ideatrice e del giornalista, e anzi emergono diversi

limiti (vedi fig. 28). Innanzitutto, come sottolineato nell’articolo, è necessaria l’adesione del proprio Comune a questo progetto, di cui occorre quindi una “messa in contesto” (Mongili 2015, Latour 1996) ancora ben lontana dall’essere completa e soddisfacente, essendo inclusi solo 800 comuni e 10 milioni di persone a fronte di oltre 7900 comuni e circa 60 milioni di italiani. In secondo luogo, intere categorie di prodotti non sono incluse, mentre alcuni singoli beni non vengono riconosciuti. Si noti, infine, come la risoluzione di tali lacune venga delegata all’utente, che viene invitato a contattare le istituzioni o a inviare segnalazioni sui prodotti mancanti.



Fig. 28 - Screenshots che mostrano avvisi di errore nell’uso dell’applicazione Junker

Una seconda tipologia di strumenti digitali con cui mediare la partecipazione ambientale è poi rappresentata da quell’insieme di dispositivi e infrastrutture che rientrano in progetti e iniziative con cui associazioni, fondazioni e ONG ambientaliste coinvolgono certi territori e comunità. Prendiamo in esame anche qui due esempi indicativi. Il primo riguarda **Rainforest Foundation**, una ONG statunitense che in Perù

“sta aiutando gli indigeni a controllare la foresta amazzonica per fermare la deforestazione. I membri della comunità stanno imparando a utilizzare i droni e la tecnologia più avanzata per monitorare il territorio e gestire le segnalazioni di possibili disboscamenti illegali. Ogni comunità ha eletto degli esploratori forestali che sono stati addestrati a

pattugliare il territorio in cui vivono. Altre comunità sono diventate gruppi di supporto. Quando i segnali satellitari mostrano una possibile opera di disboscamento le foto e le coordinate GPS vengono caricate su chiavi USB e dopo un viaggio lungo il Rio delle Amazzoni vengono recapitate agli ispettori. Nel caso di una deforestazione non autorizzata, l'assemblea della comunità decide come agire. Se non ci sono particolari rischi, chi sta tagliando gli alberi viene allontanato, altrimenti si chiede l'intervento delle forze dell'ordine. Il progetto è attivo dal 2018 e nel primo anno si è registrata una diminuzione del 52% della deforestazione illegale nelle zone monitorate. Il secondo anno la diminuzione è stata del 21%⁵⁹.

Il videoreportage che accompagna questa didascalia ritrae le comunità autoctone intente a usare smartphone, fotocamere, computer, interfacce GIS, *controller* e droni che consentono un monitoraggio capillare del territorio. Tuttavia, nonostante il massiccio e decisivo ricorso a dispositivi e infrastrutture digitali, è chiaro che anche in questo caso il digitale funge da mezzo di cui avvalersi per documentare, comunicare e attivare momenti partecipativi successivi che non hanno una dimensione necessariamente digitale come nel caso appena esaminato dell'assemblea comunitaria e dell'allontanamento dei disboscatori. Altro caso di ecologia digitale molto simile è costituito dai progetti di una ONG olandese, **People's Planet Project**, che si occupa di "aiutare le comunità indigene nel proteggere le foreste pluviali e la biodiversità attraverso film partecipativi e dati georeferenziati" (tda)⁶⁰. Secondo questa organizzazione, infatti, "molte storie sulle comunità indigene sono raccontate dalla prospettiva di un regista" per cui occorre sfidare "questo status quo nel documentarismo dando l'opportunità ai membri delle comunità indigene di raccontare le loro storie" (tda)⁶¹.

⁵⁹ Trascrizione del video reportage a cura di Gadici, S. (26/07/2021): <https://tinyurl.com/yapxrp5m>

⁶⁰ People's Planet Project: <https://tinyurl.com/2543sazy>

⁶¹ People's Planet Project: <https://tinyurl.com/2p8he2fz>



Fig. 29 - Immagine tratta dal sito web della ONG People's Planet Project: <https://tinyurl.com/2p8he2fz>

La ONG olandese, inoltre, affianca al documentarismo partecipativo una formazione incentrata sull'utilizzo di sistemi di geolocalizzazione. L'obiettivo è "sviluppare la loro [delle popolazioni locali, ndr] capacità di mappare le terre indigene per garantirne l'occupazione, gestire le risorse naturali e rafforzare la cultura indigena". L'associazione, quindi, addestra "le comunità indigene a sviluppare e a conservare mappe dettagliate di ancestrali foreste pluviali in sistemi geografici informatizzati. Ciò consentirà alle comunità di definire i loro territori e monitorare il cambiamento ambientale"⁶². Anche in questo caso, il ricorso a strumenti digitali definisce l'identità del progetto, senza tuttavia esaurirla del tutto. La missione proclamata dalla ONG è infatti quella di utilizzare i documentari e i sistemi GIS come prove giuridiche nelle battaglie legali portati avanti dai popoli indigeni per contrastare l'appropriazione commerciale di terreni e la deforestazione: "osserviamo il nostro impatto per determinare in che misura i video e i dati spaziali vengano usati come prove in tribunale e quanti ettari di foresta vengano restituiti dopo il nostro intervento" (tda). Nonostante le buone intenzioni e le accortezze partecipative che caratterizzano questo progetto, è facile intravedere in esso quella dimensione problematica e di stampo neo-coloniale che caratterizza molti dei

⁶² People's Planet Project: <https://tinyurl.com/2p8he2fz>

rapporti tra popolazioni indigene e ONG occidentali, e su cui si tornerà brevemente più avanti nel prossimo paragrafo.

4.2.3 La Rete come fine

Un'ultima modalità di ecologia digitale emersa dalle interviste e dall'analisi documentale consiste nell'esternalizzare al non-umano digitale una parte dell'esperienza partecipativa ancor più consistente e rilevante di quanto visto sinora. Mentre nelle modalità precedenti il digitale funge semplicemente da mezzo di informazione o di comunicazione attraverso cui gli attori umani svolgono le loro azioni ecologiche in altri ambiti, in questo caso esse vengono prese quasi interamente in carico dal dispositivo o dall'infrastruttura digitale che, eseguendola o automatizzandola, non rappresenta più un mezzo ma il fine stesso dell'azione. Ciò corrisponde, in buona sostanza, a quanto già visto nel §2.1 a proposito della dematerializzazione e del suo immaginario *green*, secondo cui il semplice utilizzo del digitale rappresenta, per dirla con le parole di un testimone privilegiato intervistato, una “forma ecologica di per sé, naturalmente ecologica in quanto immateriale” (OC35). Nei termini della ANT, in questa modalità lo *script* dell'azione ecologica (o sostenibile) attribuisce all'attante digitale un ruolo maggiore rispetto a quello dell'attore umano. Le mansioni di quest'ultimo, anzi, sono per lo più dirette a servire il digitale in termini di settaggio, impostazione, installazione, funzionamento, manutenzione e monitoraggio.

Il soggetto la cui testimonianza afferisce maggiormente a questa modalità è **ES30**, responsabile di un'azienda di **efficientamento energetico** che opera nel campo dello *smart building*. L'impresa guidata dall'intervistato si occupa cioè di digitalizzare gli impianti termici di negozi, magazzini, capannoni o interi edifici, così che essi possano regolare automaticamente la temperatura interna evitando sprechi di energia e riducendo le emissioni. Fondamentali per il conseguimento e la valutazione di questo obiettivo sono gli algoritmi. ES30 spiega che l'azienda ne usa di due tipi, entrambi elaborati dal loro tecnico. I primi sono quelli “operativi”, in cui “vai semplicemente a scrivere come dovrebbero funzionare le macchine in linguaggio macchina” e si tratta di “semplici cicli *if-then*”; gli algoritmi del secondo tipo servono invece alla “determinazione dei risultati” e si basano su “un protocollo internazionale che si chiama IPMVP⁶³ (...) praticamente

⁶³ Protocollo internazionale di misura e verifica delle prestazioni

fatto apposta per valutare interventi di efficientamento energetico e sostenibilità” tramite “un modello di consumi dell’edificio” da paragonare poi con i consumi effettivi ottenuti tramite “telegestione”. Il protocollo permette quindi di registrare “i kilowattora risparmiati” e “poi c’è un fattore di conversione kilowattora e CO2” per cui “ad ogni unità di energia elettrica corrisponde la CO2 e quindi tu risparmiando energia diminuisce le tue emissioni di CO2 sostanzialmente”. L’installazione dell’impianto e dei sensori è descritta come un’attività non particolarmente complessa “perché sfruttiamo tecnologia IoT” basata su dispositivi “che sono interconnettibili tramite *wireless*, quindi viene meno tutto lo stress del cablaggio”. I sensori installati rilevano dati “semplicemente di temperatura, umidità e CO2 che (...) servono per avere un quadro aggiuntivo” ma “la maggior parte dei dati” vengono presi “dagli impianti stessi presenti all’interno dell’edificio” e riguardano per esempio “la temperatura dell’acqua che scorre all’interno dei tubi, il funzionamento delle cinghie, l’otturazione del filtro”. Tuttavia, poiché “le macchine parlano diversi linguaggi” e adottano diversi “protocolli di comunicazione”, occorre “avere un sistema aperto e avere un sistema che riesce a parlare diversi linguaggi”. Per garantire la compatibilità delle macchine connesse l’azienda si avvale quindi di una apposita centralina che viene installata *in situ*. L’impresa di ES30 fornisce ai clienti anche una piattaforma di monitoraggio, “uno strumento condiviso” che offre “diversi tipi di visualizzazioni” a seconda delle necessità del cliente. In ogni caso, l’interfaccia dedicata a quest’ultimo deve essere “molto intuitiva”, “altamente personalizzabile” e “*user-friendly*”. L’esigenza del cliente è infatti quella di visualizzare i dati in modo “schematico”, “perché altrimenti la gente non la capisce” e bisognerebbe “investire del tempo per fare formazione sul tuo software... ha un costo...”.

ES30 spiega che questo tipo di “tecnologie stanno venendo applicate sempre più in ambito anche industriale, ma anche in ambito comunale (...) e anche nel residenziale si sta vedendo che la domotica... (...) mettere proprio un prezzo all’energia, alle nostre risorse, ci aiuta anche a risparmiarle”. ES30 declina il **rapporto tra tecnologia e sostenibilità** in questi termini: “se ci aspettiamo che la tecnologia risolva magicamente tutti i nostri problemi di sostenibilità ci stiamo sbagliando di grosso” perché non si tratta di una “bacchetta magica”. Tuttavia il fatto che essa sia “un utile strumento nel creare

sostenibilità" non è per lui in discussione perché "la tecnologia ti permette di registrare i tuoi consumi" e "se non sai nemmeno quanto consumi non hai conoscenza di quelli che sono i tuoi sprechi". La tecnologia è uno strumento "per auto-analizzarsi, per aumentare la comprensione, la conoscenza di alcuni fenomeni di spreco (...) e ridurli". Per ES30 "ci sono dei processi che sono difficilmente quantificabili dall'uomo di per sé, la tecnologia ci aiuta a quantificare", il che "è già un passo in più" perché "se tu non sai quantificare, non puoi ridurre", mentre "con le tecnologie di adesso riesci a misurare e quindi determinare anche i risultati di quello che fai". La testimonianza di ES30 evidenzia una modalità di ecologia digitale in cui l'azione ambientale (in questo caso rappresentata dal risparmio energetico) è interamente delegata all'attore non-umano. Agli attori umani (in questo caso a ES30 e alla sua azienda) non spetta che assicurare il buon funzionamento del sistema o semplicemente fruire delle sue funzioni (nel caso dei clienti di ES30). Un'altra peculiarità di questa modalità è rappresentata dalla **co-articolazione** del discorso ecologico in termini economici: i clienti di ES30 scelgono infatti di ristrutturare i propri impianti di climatizzazione innanzitutto per diminuire il costo dei consumi, fatto che permea l'intero discorso di ES30.

A supporto dell'analisi di tale modalità, si prendano in considerazione altri due casi rappresentati dai progetti di aziende attive nel campo della sostenibilità e, in particolare, della **riforestazione**. Il primo riguarda **Flash Forest**, "la prima e principale azienda canadese di riforestazione attraverso droni che usa hardware UAV⁶⁴, software di mappatura aerea e la tecnologia dei baccelli di semi biologici per riforestare il pianeta velocemente" (tda)⁶⁵. Sul suo sito web, l'azienda spiega che "l'industria del legname ha sviluppato e perfezionato efficienti tecnologie di raccolta, in grado di disboscare velocemente e con il minimo intervento umano. La riforestazione, invece, opera ancora con sacchi e pale. (...) Noi siamo un'azienda di riforestazione che mira a piantare alberi 10 volte più velocemente e ad una frazione del costo rispetto alle tradizionali tecniche di riforestazione. Con lo sviluppo dei droni, portiamo l'industria della riforestazione a nuovi livelli di accuratezza, precisione e velocità. (...) Tecniche di riforestazione efficienti e di qualità sono essenziali per raggiungere velocemente soluzioni alla nostra crisi ecologica

⁶⁴ Acronimo di *Unnamed Aerial Vehicle*, tradotto in italiano come aeromobile a pilotaggio remoto e comunemente noto come drone.

⁶⁵ Flash Forest: <https://tinyurl.com/yttykaz6>

globale” (tda). Ulteriori dettagli sulla tecnica sviluppata da Flash Forest si possono ottenere consultando il sito web o i tanti video divulgativi reperibili online⁶⁶, ma tanto basta per constatare che la riforestazione – ovvero una delle politiche di mitigazione del cambiamento climatico più importanti e gettonate, su cui si basano le strategie compensative e riparative di diversi attori, dalle aziende alle Ong e agli Stati – diventa qui una pratica interamente digitalizzata e automatizzata in cui il digitale non è più un mezzo per partecipare alla questione ambientale ma è l’essenza stessa dell’atto partecipativo. L’enfasi sulla velocità e sull’aspetto “industriale” del processo di riforestazione rappresentano altri segnali e implicazioni interessanti di forme così integrali di ecologia digitale.

Un caso del tutto simile ma forse ancora più interessante e particolare riguarda **Ecosia**, un motore di ricerca per il web sviluppato da un’omonima azienda tedesca che si differenzia dalla concorrenza – rappresentata da colossi dell’hi-tech quali Google, Microsoft e Yahoo – per una caratteristica assai peculiare. Ecosia si presenta infatti come “il motore di ricerca che pianta alberi”. Quella che potrebbe a primo acchito sembrare un’astrusa magia tecnologica si basa in realtà su un meccanismo molto semplice, che riflette una co-articolazione più socio-economica che non puramente tecnologica. Le ricerche sul Web, infatti, rappresentano com’è noto un prezioso spazio pubblicitario che consente alle aziende di sponsorizzare in maniera molto precisa ed efficace i propri prodotti e servizi. Quando l’utente clicca su un risultato della ricerca pubblicizzato da un’azienda, quest’ultima paga un piccolo importo al motore di ricerca. Questo *business model*, alla base del successo e dell’impero economico di Google, caratterizza anche Ecosia che tuttavia, essendo un’impresa sociale, dona l’80% dei suoi ricavi pubblicitari a progetti di riforestazione attuati in diversi Paesi. A gennaio 2022, sono più di 141 milioni gli alberi che Ecosia dichiara di aver piantato grazie ai suoi circa 15 milioni di utenti attraverso un contatore in continuo aggiornamento sulla home page (vedi fig. 30). Ciò, stando alle stime di Ecosia, consente al motore di ricerca di fornire un servizio digitale che non è solo *carbon neutral*, ma addirittura *carbon negative*. Nella sezione FAQ del sito si legge infatti che “in media una ricerca genera circa 0.005 € di ricavi. Piantare un albero costa circa 0.25 €, quindi Ecosia può piantare un albero ogni 50 ricerche. In media,

⁶⁶ Per esempio, cfr. Emissions Reduction Alberta: <https://tinyurl.com/mper2d89>; Brut nature (05/10/2020): <https://tinyurl.com/5a9m64ux>

ognuno di questi alberi rimuoverà 50 kg di CO2 in un periodo di 15 anni. Ciò significa che se Ecosia fosse grande come Google, potrebbe assorbire il 15% di tutte le emissioni globali di CO2! È abbastanza per compensare le emissioni di tutti i veicoli del mondo”⁶⁷ (tda).



Fig. 30 - La home page di Ecosia al 13/01/2022

Data la particolarità e la consistenza degli effetti ambientali derivanti da Ecosia, vale la pena provare ad analizzare più a fondo, e in chiave ANT, questo strumento e le sue implicazioni sulla partecipazione alla questione ambientale. Nel suo *script*, Ecosia attribuisce all'utente digitale un ruolo identico a quello previsto da altri motori di ricerca. Chi sceglie Ecosia, infatti, non deve far altro che svolgere un'operazione informatica semplicissima, installando un'estensione per il browser con pochi click, e poi fare le proprie ricerche sul web come avrebbe fatto normalmente. Per utilizzare Ecosia non occorre quindi nessuna particolare competenza informatica, nessun impegno o cambiamento rilevante e nessuno esborso economico, come d'altronde viene efficacemente sottolineato dallo slogan dell'azienda: “tu cerchi su internet, noi piantiamo alberi” (vedi fig. 31).

⁶⁷ Ecosia: <https://tinyurl.com/y5mazvjt>

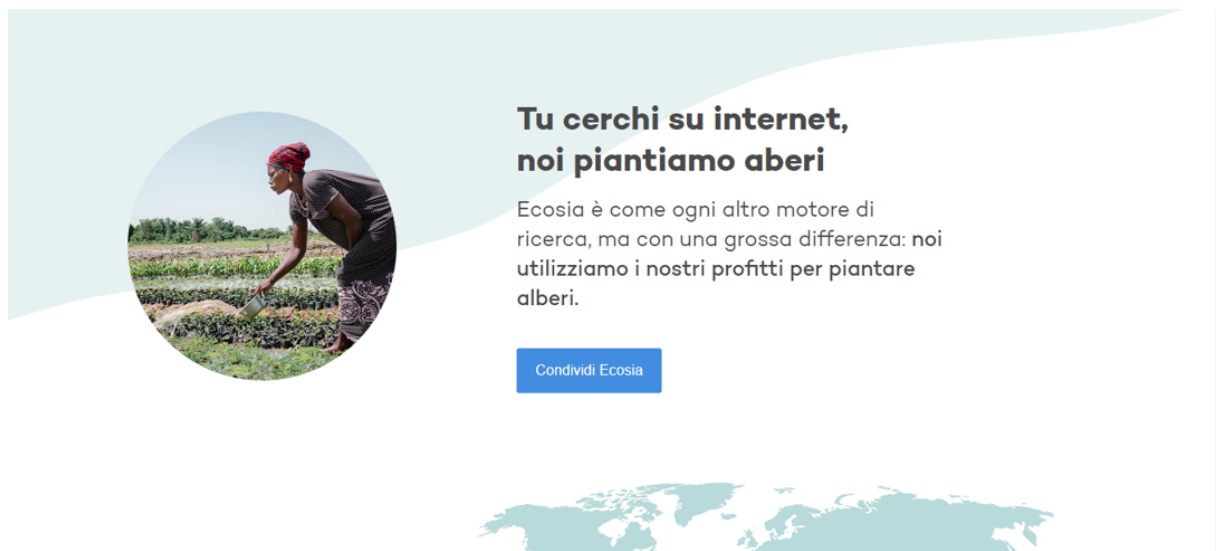


Fig. 31 - Screenshot dal sito web di Ecosia (02/07/2019)

Eppure, nonostante l'assenza di sforzi rilevanti, un comune utente può contribuire a piantare centinaia o migliaia di alberi. Ciò si può spiegare solo concependo Ecosia non come una semplice piattaforma online, bensì come **un attore-rete**, un'entità ibrida fatta di computer, server, aziende, lavoratori, volontari e alberi. Tra il non-fare (se non una comune ricerca in Rete) dell'utente sul suo computer e la piantumazione di milioni di alberi ci sono infatti i tecnici e i manager di Ecosia, a cui spetta garantire il funzionamento tecnico e amministrativo della loro azienda; ci sono i server e gli algoritmi di Bing, il motore di ricerca della Microsoft che, in quanto partner tecnico, offre l'infrastruttura alla base di Ecosia; ci sono le imprese che sponsorizzano i loro prodotti e versano ad Ecosia il denaro dovuto; ci sono i volontari delle associazioni locali a cui Ecosia devolve i propri ricavi e, infine, ci sono gli alberi, non-umani ecologici che chiudono un cerchio iniziato con i non-umani digitali e che espletano la tanto agognata funzione ambientale di assorbimento dell'anidride carbonica.

Cogliere questa pluralità di nessi e di attori significa anche cogliere la forte diversità di **significati partecipativi** presenti nell'attore-rete Ecosia. Un primo aspetto di rilievo riguarda il fatto che nei progetti di riforestazione l'azione ecologica non viene delegata ad un prodotto (come nel caso della *green economy*) o ad un progetto umano (come la raccolta differenziata), bensì a un elemento come un albero piantumato, che incorpora una scarsa quantità di lavoro umano. Assumendo che la responsabilità della crisi ecologica e climatica sia attribuibile all'espansione capitalistica del sistema socio-

economico, questo modello partecipativo risulta sicuramente più coerente e significativo di quelli proposti in altre forme di modernizzazione ecologica⁶⁸. Provando invece ad adottare il punto di vista di chi, sul territorio, pianta gli alberi, troviamo un altro e più problematico modello partecipativo, ben riassunto nelle parole dell'intervistato DM40, secondo cui Ecosia pone un problema di "giustizia" verso chi abita nelle terre oggetto di riforestazione perché "li hai deforestati senza chiederglielo e li riforesti dopo (...) senza chiederglielo". Si tratta di un problema che, come si accennava nel paragrafo precedente, riguarda il rapporto, spesso problematico e neocoloniale, che intercorre tra le ONG ambientaliste occidentali e le comunità indigene di territori non occidentali. Per DM40, una strategia meno problematica e più convincente sarebbe quella della "riforestazione urbana". Spostandosi lungo l'attore-rete si arriva infine a individuare altre due co-articolazioni partecipative del dispositivo Ecosia. La prima è quella che pertiene all'azienda tedesca, la cui preoccupazione sta nel fornire un servizio digitale curato nell'aspetto tecnico ma anche in quello finanziario, commerciale, pubblicitario ed ecologico. I report pubblicati mensilmente sul sito web sono da questo punto di vista emblematici, molto trasparenti a livello quantitativo (l'ammontare dei ricavi e il loro impiego è specificato chiaramente) ma meno a livello qualitativo (non è dato sapere chi sono i principali inserzionisti e, quindi, finanziatori). L'ultima co-articolazione, infine, è quella dell'utente digitale a cui, come si accennava, non resta che navigare sul web facendo una scelta etica ed ecologica che tuttavia non solo rischia di restare dimenticata sullo sfondo ma che assume anche i caratteri di un'evidente contraddizione, laddove per ogni annuncio cliccato si genera un albero ma, potenzialmente, anche un imballaggio in plastica. Da questo ultimo punto di vista, il modello partecipativo di Ecosia diventa assimilabile a quello, problematico, del click-attivismo (cfr. Schumann 2015: 42-44) e dell'internet-centrismo (cfr. Morozov 2013 e §3.1.2), dove il digitale non è più un mezzo per raggiungere un fine ecologico ma diventa esso stesso il fine ecologico.

Tuttavia, Ecosia resta uno strumento tanto semplice quanto particolare e interessante. La complessità e il carattere estremamente ibrido della rete sociotecnica che

⁶⁸ Per inciso, le soluzioni climatiche naturali per lo stoccaggio dell'anidride carbonica rappresentano un oggetto di ricerca che la comunità scientifica sta indagando più approfonditamente solo di recente. Risale alla fine del 2019, per esempio, la stima secondo cui le balene, da sole, possano assorbire fino al 40% della CO₂ in circolazione, si veda Fazio, G. (02/10/2019): <https://tinyurl.com/5esnenv>; Chami et al. (2019): <https://tinyurl.com/yc8rsbtv>

soggiace alla piattaforma online non pertiene infatti soltanto al tema dell'ecologia digitale visto sinora, ma anche al tema dei media ecologici a cui sono dedicati i prossimi due paragrafi.

4.3 Il *greening* del digitale

Nel §3.3 abbiamo visto, analizzando il campo del *Green IT*, quali sono i principali processi sociotecnici per l'ecologizzazione del digitale, inteso come processo di *greening*, ovvero come mitigazione dei suoi effetti ambientali negativi. Nello stesso paragrafo abbiamo anche visto, attraverso i *Maintenance and Repair Studies*, come certe attività di cura quali la manutenzione e la riparazione possano essere fattori di innovazione. Tuttavia, è stato anche sottolineato che tali letterature non riescono ad analizzare in senso sociologico la transizione ecologica del digitale verso la sostenibilità. La letteratura del *Green IT* è infatti di taglio spiccatamente ingegneristico e manca quindi di una dimensione sociologica, mentre nei *Repair Studies*, al contrario, ciò che manca è uno specifico focus sul modo in cui tali pratiche possano influire sull'evoluzione ecologica di dispositivi e infrastrutture digitali. In questo paragrafo proveremo a rispondere a questo obiettivo, mobilitando concetti provenienti dall'**approccio SCOT** come quelli di "gruppi sociali rilevanti", "flessibilità interpretativa" e "quadro tecnologico". Quest'ultimo è, nel nostro caso, rappresentato dal miglioramento delle *performance* ambientali delle ICT digitali o, indifferentemente, dalla mitigazione del loro impatto ambientale. Di questo specifico quadro tecnologico si illustrerà la flessibilità, ovvero la presenza di artefatti dotati di qualità diverse (miniaturizzazione, efficienza energetica, modularità etc.) che riflettono gli interessi, i valori e le logiche di diversi gruppi sociali, come grandi aziende tech, piccole imprese, ONG, attivisti o semplici consumatori. Metodologicamente, si utilizzeranno stralci di interviste a quattro testimoni privilegiati, tra i quali il più rilevante è un'esperta di informatica specializzata nel campo del *Green IT*, e si farà ricorso a del materiale documentale (costituito anche in questo caso da testi e immagini di taglio divulgativo/giornalistico o pubblicitario/commerciale) per indirizzare una serie di piccoli casi-studio. In particolare, sulla scia metodologica della sociologia visuale (Harper 2012), le immagini fungeranno da indicatore dei fenomeni analizzati, permettendo al lettore di osservarli nella loro concretezza e materialità. Si tratta di un'operazione metodologica importante per le prossime pagine che, facendo riferimento all'approccio SCOT, puntano

a sottolineare i diversi esiti dell'ecologizzazione digitale anche sul piano materiale ed estetico degli artefatti tecnologici.

4.3.1 Il *Green Web* e l'ecologizzazione delle infrastrutture

Per muovere i primi passi verso una lettura sociale del *greening* digitale, è opportuno partire dal caso appena preso in esame del motore di ricerca **Ecosia**. Come si accennava, questo non rappresenta solo uno strumento dell'ecologia digitale, e cioè uno strumento di cui possono usufruire utenti interessati alla questione ambientale per parteciparvi, ma anche un medium ecologico, e cioè uno strumento la cui identità è definita dall'obiettivo di ridurre il proprio impatto ambientale. Ecosia integra infatti due delle principali strategie del **Green Web**, ovvero l'alimentazione dei propri server da fonti di energia rinnovabile (l'azienda dichiara di produrre direttamente l'energia dai propri pannelli solari⁶⁹) e la compensazione delle emissioni (ma in questo caso si tratterebbe addirittura di una rimozione attiva, come visto nel paragrafo precedente) attraverso la **riforestazione**. Pur trattandosi di due processi caratterizzati da un certo livello tecnologico, l'approccio alla sostenibilità di Ecosia va più che altro ricondotto a fattori di ordine economico, sociale e politico che sono incarnati, a livello istituzionale, dallo status di impresa sociale di cui gode Ecosia e, a livello individuale, dalla figura del fondatore. Quest'ultimo, come succede per molte *start up* e *social business*, è il volto dell'azienda, la figura dalla cui esperienza di vita e dalle cui scelte nasce il progetto innovativo: il suo nome, non a caso, è uno dei pochi a ricorrere nelle varie pagine del sito, ed è l'unico a cui è dedicato un piccolo spazio biografico⁷⁰. Ma come si accennava, la capacità di Ecosia di offrire un servizio digitale ecologico si spiega innanzitutto con il suo *business model* da impresa sociale, ovvero con la scelta (economica e commerciale, ma anche politica) di non massimizzare capitale, bensì utilità sociale. Ecosia tuttavia non è l'unica piattaforma che mitiga il proprio impatto ricorrendo alla riforestazione. Quest'ultima rappresenta infatti una delle politiche di mitigazione del cambiamento climatico più diffuse nell'attuale *governance* ambientale, e sta trovando sempre maggiore spazio anche nell'identità di altre piattaforme e infrastrutture digitali. Ne è un esempio la campagna pubblicitaria (vedi fig. 32) con cui la compagnia telefonica **ho-mobile** (Vodafone)

⁶⁹ Ecosia: <https://tinyurl.com/y5mazvjt>

⁷⁰ Ecosia: <https://tinyurl.com/mscfxfpfp>

comunica la propria partnership con Treedom, una piattaforma di *e-commerce* che consente agli utenti di comprare la piantumazione di alberi, per compensare le emissioni dovute al trasporto delle SIM.



Fig. 32 – Screenshot da Ho-mobile: <https://tinyurl.com/yx5a2vcv>

Tuttavia, come accennato nel §4.2.3, la riforestazione pone alcuni problemi da non sottovalutare, non solo in termini di giustizia ambientale, come sottolineato dall'intervistato DM40, ma persino in termini ecologici. Per avere un impatto significativo sull'assorbimento di CO₂, la riforestazione dovrebbe infatti essere così intensiva da mettere a repentaglio la biodiversità e distruggere interi ecosistemi (Boysen et al. 2017). Per come è attualmente impostata e inserita nel mercato delle emissioni negoziabili, la compensazione tramite riforestazione sarebbe quindi “un inganno”⁷¹. Anche FT55, esperta di informatica che vanta un'esperienza decennale nel campo del *Green IT*, esprime delle perplessità in merito a tali strategie di compensazione “perché sono artificiali” e perché “la riforestazione non è una cosa che si può fare a metro quadro, ovunque allo stesso modo (...) se distruggo da una parte non compenso se vado a mettere gli alberi da un'altra”. Tale pratica è quindi associata da FT55 al “*greenwashing*”, sebbene non la condanni perché comunque presuppone “un impegno, un monitoraggio, una quantificazione”.

In quanto **esperta di informatica**, FT55 propende maggiormente per “delle soluzioni tecnologiche di alto livello” o “perlomeno un mix delle cose”, come ad esempio “l'*hyperscale* [che] è una modalità di organizzazione concettuale dei data center che consente delle prestazioni molto migliori in termini di consumi energetici”. Il

⁷¹ Gabanelli, Tortora (17/11/2021): <https://tinyurl.com/ydxdj3m3>

suggerimento di FT55 si riscontra nell'approccio al *Green Web* di **Google**, che sostiene di aver già compensato tutte le proprie emissioni dalla sua nascita nel 1998 e che ha recentemente dichiarato di diventare completamente *carbon free* entro il 2030⁷². L'azienda illustra il suo impegno per la sostenibilità attraverso un apposito portale⁷³ in cui, per quanto riguarda il *greening* dell'infrastruttura digitale, l'enfasi non è posta tanto sulla riforestazione, che pure è presente, quanto sulle soluzioni tecniche adottate, in particolare riguardo all'uso di energie rinnovabili e allo sviluppo di modelli di *machine learning* e intelligenza artificiale per ottimizzare il funzionamento energetico dei data center.

Gli esempi riportati mostrano che, a fronte delle sempre più numerose evidenze per cui Internet non rappresenta di per sé uno strumento ecologico ma anzi una consistente fonte di inquinamento, le piattaforme digitali stanno cercando di adottare soluzioni di mitigazione che, in maniera più o meno marcata, ne definiscono l'identità e l'evoluzione che stanno vivendo. Osservare questo cambiamento, nel caso delle infrastrutture, non è semplice a causa della loro invisibilità: i data center, come anche i cavi trans-oceanici e i siti di riforestazione a cui si faceva riferimento, sono di fatto inaccessibili per l'utente, essendo ubicati in luoghi remoti. Più visibile e accessibile è invece lo sviluppo di soluzioni ecologiche per i dispositivi che, fungendo dai terminali delle infrastrutture, sono utilizzati materialmente e concretamente dagli utenti, rendendo più accessibile ed evidente l'evoluzione ecologica del digitale.

4.3.2 Il *Green IT* e l'ecologizzazione dei dispositivi: miniaturizzazione ed efficienza energetica

Per poter comprendere a fondo il modo in cui questioni di ordine ambientale abbiano inciso sullo sviluppo dei dispositivi digitali occorre partire da ben prima dell'avvento del *Green IT* negli anni '90 e guardare al processo di **miniaturizzazione** che, sin dagli anni '60, ha interessato i computer. Come si accennava nel §1.2.2, i primi computer *mainframe* degli anni '40 avevano infatti una massa enorme: secondo quanto riportato da Wikipedia, l'ENIAC, uno dei primi computer della storia realizzato nel 1946,

⁷² ANSA (14/09/2020) <https://tinyurl.com/2p9dzd3y>

⁷³ Google Sustainability: <https://tinyurl.com/y8cj4v9t>

occupava “una superficie complessiva di 180 m² e pesava 30 tonnellate” (vedi fig. 33). Esso inoltre “assorbiva talmente tanta energia elettrica che, alla sua prima messa in funzione, causò un black-out nel quartiere ovest di Filadelfia”.

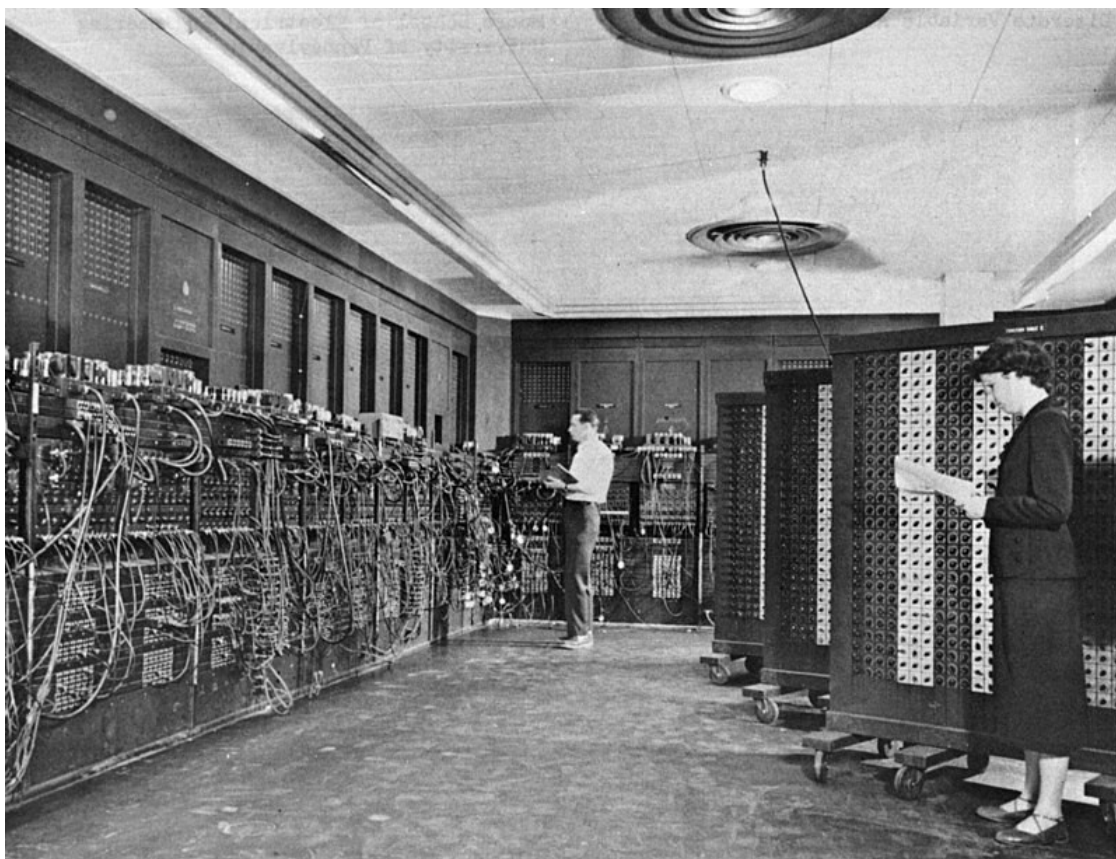


Fig. 33 - L'ENIAC al Ballistic Research Laboratory, cfr. Wikipedia: <https://tinyurl.com/2yd44svb>

Chiaramente, l'enorme consumo di energia e di materie prime necessarie alla produzione di tali dispositivi ancora non destava, negli anni '50, preoccupazioni ecologiche, sia perché i tempi dell'agenda ambientalista non erano maturi e sia perché gli esemplari di *mainframe* erano poche decine in tutto il mondo, causando quindi un impatto irrilevante. Tuttavia, l'evoluzione dei computer nel corso degli anni '60 e '70 è stata caratterizzata da un netto miglioramento delle performance computazionali e, parallelamente, da una progressiva miniaturizzazione dei dispositivi, che andavano così a richiedere meno materia ed energia per essere costruiti e utilizzati. L'intensità del processo fu tale da consentire un marcato cambiamento nella natura e nella destinazione dei computer, non più relegati in appositi laboratori dove svolgere calcoli a fini militari ma utilizzabili, come qualunque altro elettrodomestico, nello spazio domestico. Il processo di miniaturizzazione dischiudeva quindi grandi possibilità commerciali e non a

caso destò l'interesse dell'imprenditore Gordon Moore, futuro co-fondatore di Intel, che già nel 1965 notò come nei quattro anni precedenti il numero di componenti elettronici che formano un chip fosse raddoppiato ogni anno. Successivamente, sul finire degli anni '70 e durante gli anni '80, la stima è stata corretta portando il periodo di raddoppiamento a 18 mesi, trovando riscontro empirico per diversi decenni. Sebbene attualmente “la legge di Moore sta arrivando ai suoi limiti fisici” perché “la miniaturizzazione non si può portare avanti all'infinito” (FT55), essa ha a lungo permesso di descrivere con precisione un processo evidente anche all'occhio inesperto (cfr. fig. 34, 35 e 36).



Fig. 34 - Evoluzione e miniaturizzazione dei principali modelli di computer desktop Apple. Fonte: ThingLink: <https://tinyurl.com/37narwkh>



Fig. 35 - Evoluzione e miniaturizzazione dei telefoni cellulari. Fonte: New communication technology (19/08/2013): <https://tinyurl.com/2p8b6kss>

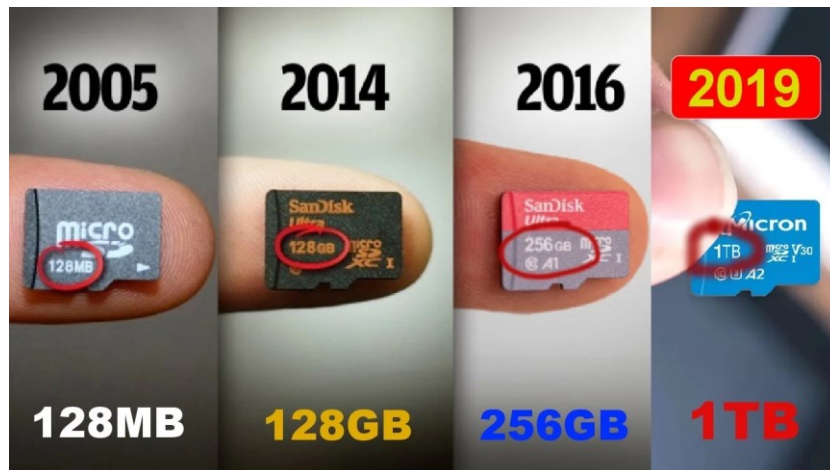


Fig. 36 - Evidenza della legge di Moore su supporti di memoria SD. Fonte: Jucetize (11/09/2021): <https://tinyurl.com/32ujuveh>

Naturalmente il processo di miniaturizzazione ha risposto, come si accennava, a opportunità tecniche e commerciali che non hanno direttamente a che fare con la diminuzione dell'impatto ambientale del digitale, che solo di recente è divenuto un obiettivo condiviso nell'industria tech. Tuttavia, come suggerisce la comune etimologia dei termini economia ed ecologia, ad ogni processo economico corrisponde un processo ecologico. La miniaturizzazione ha infatti posto la necessità di un netto **miglioramento dell'efficienza energetica**, condizione essenziale affinché i dispositivi potessero effettivamente impegnare la loro accresciuta capacità computazionale ed essere utilizzati nelle comuni abitazioni private. Ciò, insieme ai volumi di produzione e vendita che sono passati dalle poche centinaia di unità degli anni '60 e '70 agli svariati miliardi di dispositivi venduti su base annua attualmente⁷⁴, ha reso ben presto il consumo energetico del digitale un problema ambientale su cui intervenire sviluppando appositi programmi di ricerca e sviluppo di cui *Energy Star*, nel 1992, ha rappresentato il capofila. Da allora, una questione di ordine ecologico come l'efficientamento energetico è divenuta ufficialmente un cardine nello sviluppo dei computer che tuttavia, come abbiamo appena visto, hanno seguito un'evoluzione energetica ed ecologica già dagli anni '60. Chiaramente questa peculiare forma di ecologizzazione dei dispositivi digitali rappresentata dalla miniaturizzazione pertiene a una visione marcatamente techno-imprenditoriale, che si incarna nelle grandi tech corporation, nei loro portavoce e nei prodotti standard del mercato. Questa tipologia di *greening* è quindi caratterizzata da **una**

⁷⁴ Solo nel 2019 sono stati venduti 275 milioni di PC e 1.38 miliardi di smartphone, cfr. Statista: <https://tinyurl.com/2ssnyydm>

tensione fra ecologia ed economia, laddove il miglioramento della prestazione energetica dei dispositivi è completamente annullato dalla loro produzione su scala industriale, che porta il consumo energetico aggregato a livelli rilevanti e che implica inoltre un'estrazione intensiva di minerali rari e la proliferazione dei rifiuti elettronici. Nelle parole di DM40, questo “effetto rimbalzo” rappresenta un “problema enorme” perché “l'economia di scala, che è al momento attuale il meccanismo principe con cui si ottengono gli efficientamenti, di norma produce anche l'abbassamento del prezzo di talune risorse” per cui “efficientizzati da un lato e sprechi dall'altro”. Il testimone OC35 esprime un punto di vista molto simile. Riflettendo criticamente sul valore ecologico della miniaturizzazione, l'intervistato sottolinea che la “convergenza [è] avvenuta solo relativamente” e che ci sono “sempre più prodotti diversificati”. Inoltre, “la miniaturizzazione nelle nostre case non corrisponde per forza a una miniaturizzazione nelle aziende”: i dispositivi si miniaturizzano ma le infrastrutture come i *data center* crescono e si moltiplicano. Anche se si pensa agli schermi degli smartphone e all'aumento delle loro dimensioni dovuto a ragioni di mercato, risulta evidente che la miniaturizzazione è un processo “molto più variabile e meno lineare di quanto immaginiamo”. Infine, oltre agli effetti di rimbalzo, la miniaturizzazione comporta rilevanti problemi anche sul piano del fine vita dei dispositivi. Come sottolinea FT55, infatti, la miniaturizzazione complica il riciclo, che avviene in degli “impianti estremamente sofisticati perché la complessità [dello smontaggio] è inversamente proporzionale a quella di costruzione”. Paradossalmente, i grandi elettrodomestici come lavatrici e frigoriferi, i cosiddetti “grandi bianchi (...) sono molto più facili da smaltire”.

4.3.3 Il *Green IT* e l'ecologizzazione dei dispositivi: *eco-design*, modularità e riparazione, riuso e ricondizionamento

La miniaturizzazione e l'efficientamento energetico testimoniano che l'evoluzione del digitale è un processo che risponde, sin dall'inizio, a criteri ecologici e ambientali. Sebbene questo tipo di sviluppo domini l'ecologizzazione del digitale e l'attuale quadro tecnologico (Bijker 1995) attraverso prodotti di mercato miniaturizzati ed energeticamente efficienti, l'evoluzione sostenibile del digitale conosce anche altre strade e strategie, poste in essere da altri gruppi sociali rilevanti in grado di plasmare l'evoluzione dei dispositivi anche sulla base di altre caratteristiche.

Un primo gruppo sociale rilevante è rappresentato da quelle aziende o associazioni, generalmente di dimensione media o piccola, che sperimentano formule di *eco-design* che si potrebbero definire *naif* in quanto caratterizzate da soluzioni tecniche semplici ma radicalmente diverse da quelle della miniaturizzazione. Si tratta di dispositivi che spesso non sono riusciti a rimanere sul mercato, ma che in base al principio STS della simmetria analitica risultano ugualmente significativi per comprendere come, da un punto di vista SCOT, l'evoluzione sostenibile del digitale sia un terreno di scontro su cui si gioca l'evoluzione del quadro tecnologico. Vediamo alcuni esempi. Il primo riguarda il progetto dell'associazione **One Laptop Per Child** (OLPC) fondata nel 2005 dall'informatico Nicholas Negroponte per produrre XO (fig. 37), un laptop a basso costo dedicato ai bambini dei Paesi in via di sviluppo e quindi progettato per funzionare in condizioni ben diverse da quelle di un'abitazione occidentale. Tra le peculiarità di XO, la più significativa riguarda appunto l'alimentazione energetica: data la possibile mancanza di allacci elettrici in determinate zone, il dispositivo poteva essere alimentato a mano attraverso una manovella, un pedale, una corda oppure, in un prototipo successivo, attraverso un pannello solare. Il progetto e il dispositivo, pur avendo suscitato un certo interesse, hanno dimostrato in breve tempo una serie di criticità tecniche ed organizzative che hanno portato al suo sostanziale fallimento. Il computer XO resta tuttavia un significativo esempio di *eco-design naif*.



Fig. 37 - Il laptop OLPC XO

Un caso simile è rappresentato da **ATMO**, “il PC che fa bene all’ambiente”⁷⁵ prodotto da una piccola azienda italiana adottando una serie di accorgimenti molto particolari (cfr. fig. 37). Si tratta di computer che, oltre a utilizzare “componenti a basso consumo energetico”, risparmiano energia perché non usano una ventilazione meccanica “ma semplicemente un modulo termico in alluminio. Il computer viene raffreddato tramite ventilazione forzata dal basso verso l’alto con appositi fori e fessure praticate nella scocca”. Ma soprattutto, la caratteristica distintiva è che “ATMO PC unisce al computer una pianta che produce ossigeno e cresce grazie alla luce solare coadiuvata dal calore di ATMO. (...) Il calore del pc riscalda il vano dove si trova la pianta che rimane ad una temperatura compresa tra i 17 e i 23 gradi centigradi (...) le giuste condizioni per farla crescere”. Le parole usate per motivare tale scelta sono molto significative. Sul sito si legge infatti che “quando questa tecnologia attecchirà come archetipo per il futuro potremo virtualmente produrre un fenomeno di riforestazione casalinga (...) potremo produrre nuovi piccoli e grandi polmoni verdi (...) Il nostro intento è aprire una nuova strada percorribile e sostenibile dalla tecnologia informatica tenendo ben presente le nostre necessità ambientali”. Tali parole rendono evidente l’intenzione di intervenire sul quadro tecnologico attuale, proponendo una nuova forma e un nuovo archetipo degli oggetti digitali, che si riflette inoltre nel diverso *background* professionale dei due fondatori, un informatico e un falegname. Quest’ultimo dettaglio spiega anche un’altra particolarità di ATMO, e cioè il suo rivestimento in legno (cfr. fig. 38). Per questi PC viene infatti utilizzato “legno pregiato ma di risulta, piccoli pannelli impossibili da usare per altre creazioni. Quindi nessun albero viene abbattuto per ATMO”. Infine, ATMO PC “prevede di produrre dei kit di *upgrade* per i suoi computer, e così facendo basterà sostituire alcuni pezzi del PC. Eliminiamo così una buona parte di plastica e ferro. Inoltre ATMO PC si impegna a piantare un albero per ogni ATMO venduto”.

⁷⁵ Cesin Group: <https://tinyurl.com/yc756m6x>



Fig. 38 - Due modelli di ATMO PC

Se la strategia di riforestazione adottata da ATMO si ricollega all'ecologizzazione delle infrastrutture vista nel paragrafo precedente, il riferimento a dei *kit di upgrade* introduce un secondo tipo di strategie per il *greening* del digitale, ovvero la **modularità**. Con questo termine si intende una peculiare forma di *eco-design* che consiste nel progettare il dispositivo non come un unico blocco chiuso e integrato bensì come un assemblaggio di componenti facilmente manipolabili, riparabili e sostituibili. Il prodotto che più di altri incarna questa strategia di sostenibilità è **Fairphone**, che viene enfaticamente presentato come “lo smartphone più sostenibile del mondo”⁷⁶. Sul sito web del prodotto si legge infatti che, oltre ad essere costruito con materiali riciclati e con minerali estratti da siti certificati, il telefono è specificamente progettato per facilitarne la **riparazione** e allungarne il ciclo di vita, così da contrastare il problema degli *e-waste*: “non occorre essere un esperto per rimuovere la batteria o lo schermo. Nessuna parte del Fairphone è incollata, così da poterlo facilmente riparare da soli con un normale cacciavite” (cfr. fig. 39).

⁷⁶ Fairphone: <https://tinyurl.com/mpzjdvpv>



Fig. 39 - Un frame di un video promozionale di Fairphone: <https://tinyurl.com/2p8chtjh>

L'implementazione di un *design* modulare rappresenta una possibilità di ecologizzazione molto importante perché la tendenza dominante nel mercato è, al momento, esattamente opposta: solo per fare un esempio immediato, quasi tutti i laptop e gli smartphone di attuale produzione hanno infatti integrato le batterie, impedendo agli utenti di poterla estrarre per un'eventuale sostituzione come si era soliti fare sino a qualche anno fa e favorendo così l'obsolescenza del prodotto. Si tratta, per FT55, di un caso "eclatante perché lì non ci sono considerazioni di alta tecnologia, ci sono delle considerazioni di mercato". Tra i produttori che hanno adottato questa strategia in modo particolarmente aggressivo c'è **Apple**, che ha molto a lungo esercitato un monopolio sulla riparazione dei propri prodotti, concependo quest'ultima esclusivamente come un ostacolo alla vendita di nuovi dispositivi⁷⁷. L'azienda californiana ha spesso disincentivato qualunque operazione non direttamente autorizzata⁷⁸, rendendo la riparazione "un incubo"⁷⁹, per esempio bloccando alcune funzionalità degli iPhone riparati in comuni centri di assistenza. Solo recentemente il colosso tech ha cambiato politica, consentendo la vendita di pezzi di ricambio al pubblico e divulgando appositi manuali, una notizia appresa con grande entusiasmo dagli utenti Apple e dai portavoce della campagna *Right to Repair*⁸⁰. Il design modulare rappresenta quindi un'innovazione tecnica che incorpora e riflette i valori e i bisogni di certi gruppi sociali, costituiti per

⁷⁷ Koebler (02/01/2019): <https://tinyurl.com/2sb564na>

⁷⁸ Galli (08/03/2019): <https://tinyurl.com/msr4x8rp>

⁷⁹ Gault, Koebler (05/11/2021): <https://tinyurl.com/u7cs9dd8>

⁸⁰ Gault, Koebler (17/11/2021): <https://tinyurl.com/2p8hrw99>

esempio da ecologisti o consumatori consapevoli attenti alla durata del prodotto, che per un ambientalista come CN45 è la qualità più importante, pur essendo oggi completamente oscurata dal “nuovo” e dalla “novità”, fatto che l’intervistato commenta amaramente con queste parole: “dimmi tu se senti un’azienda che ti valorizza la durata...”. Inoltre, come sottolineato da alcuni intervistati, la riparazione è un’attività che, oltre ai benefici ambientali, comporta per gli utenti l’acquisizione di certe “*skills* tecniche”, delineando così un modello di “sviluppo non solo tecnologico, ma culturale” (OC35) che potrebbe rappresentare “uno dei potenziali *recipient* dei programmi di lavoro di cittadinanza... ogni quartiere dovrebbe avere un laboratorio del riuso dei dispositivi elettronici tale per cui tu ce lo porti, non paghi la riparazione perché ha pagato il comune la persona che fa questa cosa qua...” (DM40). Anche secondo LU40 le attività di riparazione sono dei “gesti profondamente politici” che intrattengono “un rapporto con i materiali più profondo e più affettivo” avvicinandosi alle culture “contadine e artigiane” attraverso la “rigenerazione” e il “rispetto” dei materiali, della loro “genesi” e del loro “destino” in modo quasi “sacro”. Molto significativo è anche il punto di vista pubblicamente espresso da un ricercatore in ecologia politica in suo post su Facebook:

“Secondo un recente studio (<https://www.nature.com/articles/s41586-020-3010-5>) il peso dell'antropomassa (ossia l'insieme dei materiali di produzione umana, come ad esempio plastica, cemento, acciaio, asfalto, ecc.) ha ormai superato quello della biomassa (ossia l'insieme di tutti gli animali, piante, funghi, e batteri) sulla Terra. Alla luce di tali dati, risulta evidente la necessità di abbandonare l'ossessione novecentesca con la ‘produzione’ di sempre nuovi oggetti di consumo e prioritizzare invece la ‘riparazione’ di ciò che già esiste. Riparare oggetti, elettrodomestici, ed edifici può creare molti più posti di lavoro che il modello lineare che caratterizza la nostra economia oggi: produzione-utilizzo-scarto. I lavori di riparazione inoltre sono difficilmente delocalizzabili all'estero creando così opportunità d'impiego nel nostro Paese. Per di più tali lavori possono essere facilmente decentralizzati sul territorio: contrariamente alle fabbriche per la produzione, i centri di riparazione non hanno bisogno di grossi macchinari. Ciò

permetterebbe anche di contribuire a rivitalizzare le aree interne lontane dai grandi centri industriali e metropolitani”⁸¹.

Infine, un ultimo insieme di pratiche utili all’ecologizzazione del digitale riguarda la fase della loro **dismissione**. L’impatto ambientale degli *e-waste* può infatti essere ridotto attraverso il corretto smaltimento dei dispositivi – che, almeno in parte, verranno riciclati, anche se come abbiamo visto la miniaturizzazione rende questa operazione difficile e contro-economica – ma anche attraverso il **riuso**. Questo può assumere la forma della **donazione** o del ricondizionamento. Nel primo caso – in cui i principali attori sono aziende o istituzioni che devono liberarsi di interi lotti di apparecchiature non più adeguate, spesso cedendole ad organizzazioni no-profit o a istituzioni scolastiche – è importante osservare il ruolo dei software e del sistema operativo. Il processo di donazione viene infatti enormemente facilitato se sui dispositivi sono installati strumenti *open source* poiché questi, essendo privi di licenze e contratti personali, semplificano enormemente il passaggio di proprietà tra persone o tra istituzioni. FT55, che ha coordinato alcuni progetti di riuso in scuole del Nord Italia, sottolinea però un problema di sicurezza informatica riconducibile a Internet e che purtroppo ha spesso inficiato le donazioni: lavorare online causa infatti “la tirannia oggettiva dell’ultima *release* perché altrimenti sei vulnerabile. Questo è un aspetto che ha completamente vanificato una filosofia”. Lavorare offline, da questo punto di vista, sarebbe una sicurezza ma è anche estremamente limitante. FT55 si dice quindi molto delusa perché “ci credeva molto”, ma specifica che in questo caso “la dipendenza da chi fornisce gli aggiornamenti software è una dipendenza che non è soltanto moda ma anche necessità” e ciò rende la donazione una strategia di ecologizzazione sempre meno appetibile. Una modalità di riuso libera da questo tipo di minacce è il **ricondizionamento** (*refurbishment*), che consiste nel ritiro (principalmente da aziende e uffici pubblici, ma anche da privati) di dispositivi usati ma ancora funzionanti, che vengono resettati, testati e rimessi in vendita a prezzo agevolato. Tale pratica sta assumendo una sempre maggiore rilevanza commerciale, come dimostrato dal recente sviluppo di apposite piattaforme di *e-commerce* come Swappie, specializzata nella rivendita di iPhone, e **Refurbed**, che ospita invece dispositivi di ogni tipo promuovendoli come “100% ecosostenibili” e attuando progetti di riforestazione⁸²

⁸¹ Mastini, R. (22/12/2020): <https://tinyurl.com/382c428e>

⁸²Refurbed: <https://tinyurl.com/2ex26zy9>

(cfr. fig. 40). Chiaramente quello citato è un messaggio di tipo promozionale perché i dispositivi rivenduti, essendo comuni smartphone e computer, non hanno nulla di sostenibile in sé stessi. Inoltre, la logistica e i trasporti connessi al commercio elettronico sono in generale “una catastrofe da un punto di vista ambientale”, i cui effetti potrebbero essere mitigati modificando il servizio “da un punto di vista organizzativo”, per esempio optando per “dei punti di raccolta che non siano proprio individuali sotto casa [e che siano] scadenzati nel tempo” (FT55). A questi portali, tuttavia, va riconosciuto che diffondono e facilitano una pratica e una cultura del riuso importante dal punto di vista ambientale, perché “se il mercato dell'usato del digitale (...) è un mercato per i poveri e basta è un problema” (OC35).



Fig. 40 - Immagine pubblicitaria (da post sponsorizzato su Facebook) e screenshot del sito web di Refurbed in cui comuni smartphone sono presentati come “100% ecosostenibili”.

In conclusione, gli esempi presi in rassegna dovrebbero aver mostrato come questioni di ordine ambientale ed ecologico abbiano rappresentato un fattore-limite per lo sviluppo delle tecnologie digitali, stimolando, sin dagli anni ‘60/’70, la ricerca di una serie di innovazioni classicamente definite come di prodotto o di processo. Tra queste, si è soliti individuare delle pratiche marcatamente tecniche – come la miniaturizzazione, l’efficientamento energetico, la modularità – e dei processi più marcatamente sociali, come la riparazione e il riuso. Come insegnano gli STS, tuttavia, tale distinzione è solo analitica, dato che ognuno di questi processi è in realtà al contempo sociale e tecnico. Ciò che si può distinguere in queste pratiche è piuttosto la presenza di diversi attori (multinazionali tech, aziende medio-piccole, imprese sociali, enti no profit, attivisti, consumatori) che, muovendo da valori e interessi diversi, adottano strategie di mitigazione digitale che alle volte confliggono e alle volte convergono. Il *greening* del digitale può quindi essere inteso come un terreno di scontro in cui si gioca l’evoluzione di un quadro tecnologico ancora instabile e in bilico tra modelli di stampo marcatamente

istituzionale⁸³ e progetti di stampo radicale, come quello del *permacomputing*⁸⁴ che, richiamandosi alla pratica della permacultura come tecnica agricola non invasiva, propongono una strategia fortemente votata alla decrescita e alla **sobrietà digitale**. Quest'ultima consiste in un uso consapevole e moderato del digitale che, nelle parole di FT55, si contrappone alla "bulimia digitale", quell'atteggiamento per cui ciò "che è gratis lo prendo, lo installo e allora aggiungo aggiungo aggiungo". Sobrietà digitale tuttavia "non vuol dire sciatteria, non vuol dire povertà" perché "si può essere eleganti [anche] essendo sobri" (FT55). Si tratta di un principio, di una norma comportamentale molto importante perché permette di ridurre non solo l'inquinamento fisico del digitale, ma anche quello simbolico che caratterizza gli attuali ambienti digitali, a cui è dedicato il prossimo e ultimo paragrafo.

4.4 Il *mediascaping* e la sostenibilità digitale

Nel §3.2.2 è stato illustrato, attraverso una breve *literature review*, il fenomeno del *mediascaping*, ovvero il "farsi ambiente" del digitale, un processo che riguarda la disseminazione dei media nell'ambiente fisico e la riconfigurazione degli spazi che ciò comporta, ma anche lo sviluppo di dispositivi e infrastrutture in termini di eco-media, ovvero di ambienti informazionali. È stato quindi sottolineato come tale processo dipenda dalla datificazione, causando forme di inquinamento non solo fisico ma anche simbolico che occorre contrastare elaborando e attuando una strategia di sostenibilità digitale ispirata a quella ambientale. Nel presente paragrafo illustreremo alcuni esempi concreti di *mediascaping* e di sostenibilità digitale utilizzando stralci di interviste a testimoni privilegiati supportati da materiale documentale costituito perlopiù da articoli di giornale, *blog post*, immagini e infografiche.

Il tema della **sobrietà digitale** con cui si è chiuso il paragrafo precedente rappresenta uno spunto ideale da cui partire. Come si diceva, infatti, un utilizzo moderato e consapevole delle ICT non rappresenta solo una tecnica con cui diminuire l'inquinamento fisico derivante dal digitale, ma anche un principio comportamentale

⁸³ Si veda ad esempio il report sulle performance e sulla strategie ambientale di IBM (2020): <https://tinyurl.com/mr2r4cfx> e di Intel (2020): <https://tinyurl.com/yckhw7wd>

⁸⁴ Si veda per esempio Linvega (2021): <https://tinyurl.com/byfnv2w6>

basato sulla consapevolezza del suo carattere ambientale. Nel mondo reale, inteso come spazio fisico e analogico in cui è in corso una crisi ecologica, la sobrietà dei consumi è infatti uno dei pilastri dell'ambientalismo e della sostenibilità. Trasporre questo concetto sul mondo digitale significa finalmente riconoscere a quest'ultimo lo status di un ambiente vero e proprio, che si sovrappone a quello reale piuttosto che contrapporvisi e che presenta anch'esso risorse limitate da tutelare. Che nel corso del tempo il digitale abbia letteralmente (e non più solo metaforicamente) acquisito un effettivo carattere ambientale è dimostrabile attraverso una serie di esempi significativi. Il primo riguarda **la semantica del digitale**, ovvero le parole che usiamo per parlare di esso, dei suoi strumenti e di come li usiamo. Cyberspazio, piattaforme, risorse, navigazione, web (ragnatela), Explorer (esploratore), cloud (nuvola), *mining* (estrazione)⁸⁵ sono solo alcuni tra i tanti lemmi del lessico digitale che, richiamando oggetti naturali e spazi fisici, testimoniano il suo sviluppo ambientale. Di questo argomento si interessa particolarmente **OC35, un testimone privilegiato** secondo cui la semantica del digitale riflette quella ambientale perché “la natura ha da sempre ispirato una tecnica, ed è sempre stata un modello da seguire per l'immaginario e per la costruzione dei processi di innovazione”. In questo caso, tuttavia, ci troviamo ancora di fronte ad “analogie” e “metafore (...) che ci permettono di comprendere cosa significano gli oggetti, cosa rappresentano”. Si tratta cioè di un “addomesticamento simbolico” che serve a fornire un “linguaggio facilmente comprensibile” per qualcosa che ancora non viene concepito come un ambiente vero e proprio.

L'evoluzione ecologica del digitale, nel senso di un ecosistema informativo reale, è tuttavia testimoniata da altri e ancor più significativi indicatori, come ad esempio lo sviluppo di soluzioni ingegneristiche tese al suo **arricchimento sensoriale**, sia in senso quantitativo che qualitativo. Infatti, mentre l'esperienza dell'ambiente fisico è caratterizzata dal coinvolgimento dei cinque sensi, l'accesso all'informazione digitale si è storicamente delineato come un'esperienza circoscritta alla vista e all'udito. Questo limite quali-quantitativo è già da tempo oggetto di ricerca e innovazione da parte di aziende che puntano alla riproduzione digitale di segnali gustativi, olfattivi e aptici per

⁸⁵ Significativamente, il *mining* è il processo computazionale alla base della creazione di criptovalute e degli altri sistemi che sfruttano la tecnologia *blockchain*, il cui impatto ambientale è tra i più alti nell'industria digitale, esattamente come quello del settore minerario nell'economia reale.

restituire, attraverso appositi sensori, un'esperienza ambientale quanto più realistica possibile⁸⁶. Su questo fronte i risultati sono ancora sperimentali e poco soddisfacenti, ma così non è sul piano dei segnali visivi e sonori che sono divenuti in grado di rappresentare la realtà in maniera sempre più accurata. Ciò è particolarmente evidente nello sviluppo di tecnologie acustiche immersive e avvolgenti – come il *dolby surround* o i più recenti audio 8D, che tramite un apposito algoritmo impediscono all'utente di identificare la fonte del suono – e ancor più nel progressivo aumento della risoluzione grafica, come testimoniato dal frenetico susseguirsi di formati e standard video (HD, Full HD, Ultra HD, Full Ultra HD etc.). La disseminazione puntiforme di dispositivi e l'innervatura infrastrutturale del digitale permettono inoltre di assemblare questi piccoli pezzi di realtà in un più ampio quadro, di cui Google Maps e Google Earth sono gli esempi più noti ed eclatanti. In maniera simile, anche la simulazione e la creazione di **ambienti virtuali** si è nel tempo affinata al punto da rendersi quasi indistinguibile dalla rappresentazione di ambienti reali. L'ambito in cui ciò è più evidente è quello dei videogiochi, che nel giro di pochi decenni hanno visto le proprie interfacce piatte, bidimensionali e in 8 bit trasformarsi in realistici simulatori tridimensionali grazie ai quali potersi immergere in realtà virtuali sempre più dettagliate. Va detto che nonostante questi sviluppi, le realtà virtuali non sono mai riuscite a fare davvero presa sul pubblico: dal videogioco *Second Life* al più recente progetto social-mediatico del *Metaverso* di Mark Zuckerberg, gli universi digitali introdotti sul mercato con grande entusiasmo e clamore pubblicitario tendono presto a suscitare delle perplessità⁸⁷. Innanzitutto perché ancora privi di quella profondità sensoriale che caratterizza l'esperienza del mondo reale e, in secondo luogo, perché tesi alla riproduzione di una realtà che esiste già. La ricostruzione digitale del mondo reale rischia cioè di rivelarsi un fallimento perché, come la Mappa dell'Impero in scala 1:1 messa a punto dal Collegio dei Cartografi nel racconto *Del rigore della scienza* dello scrittore Jorge Luis Borges (1961), si sovrappone con l'ambiente reale fino a identificarsi pienamente con esso. Per questo motivo, l'ultima frontiera nello sviluppo ecologico del digitale non sta più nella realtà virtuale, bensì nella **realtà aumentata**. Come suggerisce l'espressione stessa, si tratta di un insieme di informazioni digitali che non riproducono l'ambiente, ma si sovrappongono a esso attraverso appositi visori o semplici smartphone.

⁸⁶ Si veda per esempio D'Alessandro (16/04/2020): <https://tinyurl.com/yxyjv8e5>

⁸⁷ Rispetto al *Metaverso* si veda per esempio Il Post (12/11/2021): <https://tinyurl.com/mry4u5uj>

Sistemi del genere sono già attualmente commercializzati (illustre è l'esempio del videogioco *Pokémon Go* in cui i personaggi immaginari si sovrappongono all'ambiente reale ripreso con la fotocamera dello smartphone) ma l'obiettivo a cui tende l'industria del *Big Tech* è, nelle parole del tecnologo e futurologo Kevin Kelly, la costruzione di un *Mirrorworld*, un "mondo specchio" da sovrapporre a quello reale, in cui ogni oggetto avrà il suo gemello digitale⁸⁸.

Tralasciando questi sviluppi ancora sospesi tra futuro e fantascienza, lo sviluppo ambientale del digitale può essere constatato anche guardando a quanto avvenuto negli ultimi quindici o venti anni. In questo senso le piattaforme social mediali forniscono un punto di osservazione privilegiato, in cui si evidenzia tanto l'evoluzione ambientale delle interfacce quanto la creazione di un vero e proprio **ecosistema digitale**. Per esempio, come illustrato nelle infografiche sottostanti (fig. 41), l'insieme dei social media configura un "panorama" che, tra il 2008 e il 2017, è cambiato e si è espanso. Adottando anche in questo caso una metafora ecologica, si può dire che mentre alcuni social media caduti nell'oblio sono a rischio estinzione, altri sono riusciti ad adattarsi e a sopravvivere in un ecosistema dove ciclicamente emergono nuove specie.



Fig. 41 - Evoluzione del panorama social mediale (2008 - 2017), cfr. FredCavazza (09/06/2008): <https://tinyurl.com/2p8fykz6>; FredCavazza (18/04/2017): <https://tinyurl.com/yckx67cx>

Come negli ecosistemi naturali, anche in quello social mediale si assiste da un lato alla specializzazione delle funzioni e dall'altro alla loro ibridazione. Il riferimento è a quella dinamica per cui quando emerge un nuovo social media questo tende a presentarsi come specificamente incentrato su un certo format o su una certa tematica (si pensi a *Instagram* per le foto, a *ClubHouse* per i podcast e a *LinkedIn* per le relazioni

⁸⁸ Kelly (12/02/2019): <https://tinyurl.com/2p9ynbyw>

professionali), per poi andare ad espandere nel corso del tempo le proprie funzioni, integrandosi o perfino fondendosi con altre piattaforme. Anche in questo caso Facebook, il social network più utilizzato al mondo, rappresenta un caso esemplare per osservare, attraverso i cambiamenti del suo *layout*, **l'evoluzione ecologica delle interfacce** (vedi fig. 42). Se nel 2005 la *home page* del sito era poco più di una carta d'identità digitale, in pochi anni essa è divenuta una piazza virtuale in cui incontrare gli amici, un'edicola in cui procurare giornali e notizie, un mercato in cui postare annunci di vendita, una sala in cui guardare video, fino al già citato *Metaverso* quale piena attuazione di questo progetto ecologico.

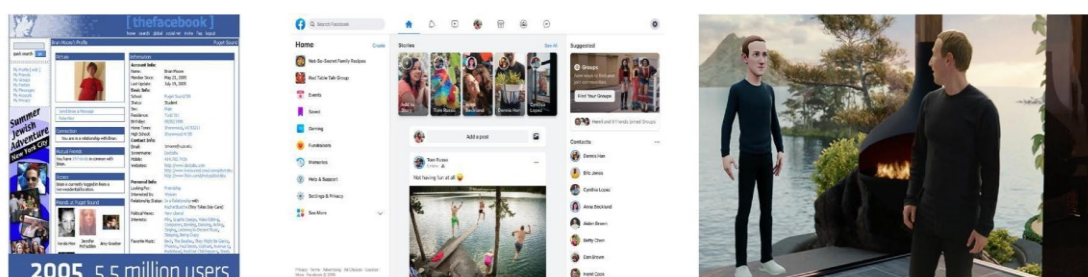


Fig. 42 - Home page di Facebook (2005 - 2020) e rappresentazione di Meta

Realtà virtuali e aumentate, ecosistemi digitali e interfacce ambientali: dato che l'ecologizzazione del digitale produce nuovi ambienti, il risultato è che gli utenti, in questi spazi digitali, trascorrono una crescente quota del loro **tempo**. Potendo accedere da remoto a rappresentazioni sempre più accurate di ciò a cui si potrebbe assistere in un teatro, cinema, museo, stadio, aula universitaria o riserva faunistica, gli utenti dedicano una crescente porzione di tempo nel consumo di media digitali. Basti pensare che nel 2020 la media globale di tempo trascorso su Internet ammontava a 6 ore e 54 minuti, ovvero a quasi un terzo del tempo complessivo di veglia⁸⁹. Questa cifra, già abbastanza impressionante, assume valori estremi e patologici in quegli utenti che sviluppano una dipendenza psicologica nei confronti degli ambienti digitali, dove trascorrono la maggior parte della loro vita⁹⁰. Ma anche per utenti non patologici, la gestione del tempo dedicato al digitale è un rebus, come ben illustrato dalle parole di TZ30, secondo cui

⁸⁹ Data Reportal (27/01/2021): <https://tinyurl.com/yc2w3458>

⁹⁰ Al fenomeno patologico degli *hikikomori* giapponesi, giovani auto-reclusi in casa per giocare e stare online senza soluzione di continuità, si sta affiancando una tendenza percepita come del tutto normale e controllabile, quella delle "maratone" in *live streaming* dove gli *streamer*, spesso dietro compenso, trasmettono in video le proprie attività per ore e addirittura giorni. È noto il caso di un *gamer* americano

“la nostra mente non ha ancora sviluppato la capacità di capire quanto tempo ci metto a fare un post, quanto tempo ci metto a creare una rete (...) Internet gioca molto su questa mancanza (...) di senso del tempo (...) quante volte stai su Facebook e ti perdi (...) in questo grande mare (...) sono 10 minuti o è un’ora che sto connessa? (...) perché la mente è comunque in uno stato di gioco quasi, quindi come quando giochi perdi proprio la cognizione del tempo”.

La questione della cognizione e della gestione del tempo trascorso online che viene sollevata da TZ30 è tutt’altro che marginale e trascende il problema, già di per sé rilevante, del consumo patologico dei media digitali. Essa indica infatti che le reti digitali, in quanto eco-media, diventano uno “sfondo impercettibile e dato per scontato dagli organismi che lo abitano” (Parisi 2019: 38), acquisendo una dimensione naturale che, in accordo all’ipotesi del doppio trasferimento vista nei §§3.1.1 e 4.1.4, viene ulteriormente rafforzata dalla concezione reticolare della natura attualmente prevalente. Come si accennava nel §1.2.4, inoltre, le piattaforme online sono continuamente in competizione e in cerca di nuove strategie con cui intrattenere gli utenti all’interno del proprio ambiente, così che questi possano produrre, con il proprio comportamento digitale, una serie di dati spendibili e vendibili nel profittevole mercato delle inserzioni pubblicitarie (cfr. Mazzocco 2019). Il giornalista e saggista Luca De Biase, in alcuni articoli sul suo *blog*, descrive molto efficacemente questo processo attraverso una serie di metafore ambientali ed ecologiche che si aggiungono a quelle viste sinora. Per De Biase, infatti, tra i principali strumenti con cui massimizzare il tempo degli utenti su una certa piattaforma ci sono quelle forme di “comunicazione meramente promozionale” e di “produzione industriale di messaggi promozionali” che presentano come “conseguenze indesiderate (...) un importante inquinamento informativo, con la tendenziale trasformazione di ogni informazione in una comunicazione orientata a uno scopo promozionale”. Le metafore ecologiche di De Biase continuano, sottolineando che “l’uso dei fertilizzanti aumenta la produzione agricola ma aumenta anche le erbacce indesiderate”: allo stesso modo “la pubblicità che si raccoglie facilmente online è stato un fertilizzante per la produzione di

connesso ininterrottamente dal 15 agosto 2020 e che non ha intenzione di interrompere la sua diretta, cfr. Gwilliam (16/08/2021): <https://tinyurl.com/29uh3tkk>

informazione ma ha fatto nascere un sacco di siti-clone, vagamente parassitari”⁹¹. A corollario di ciò, in un altro articolo, l’autore scrive che

“l’ecosistema della conoscenza vive in modo sano se coltiva l’infodiversità, se i messaggi deboli e non urlati non sono continuamente cancellati dalla violenza dei predatori che puntano tutto sulla strategia della disattenzione. Se gli esperti, gli scienziati, gli artisti non sono costretti a trasformarsi in comunicatori con l’altoparlante sempre acceso solo per farsi notare. (...) La coda lunga dei contenuti che un ecosistema sano della conoscenza può far vivere può essere valorizzata soprattutto nel caso che tra i gruppi sociali che generano informazione sussista una relazione di simbiosi, non solo di caccia e di lotta per la sopravvivenza. (...) Gli autori, il pubblico attivo, gli editori, i gestori delle piattaforme di distribuzione e di accesso sono potenzialmente specie simbiotiche: nessuna di queste «specie» vive bene se non trovando il modo di servire le altre. Se una di queste specie tende a dominare parassitariamente l’ecosistema, se vive alle spalle delle altre mettendole in una condizione di silenzio, che nel mondo dell’informazione equivale all’estinzione, l’infodiversità sparisce e l’ecosistema dell’informazione si impoverisce”⁹².

Le suggestioni ecologiche di De Biase aiutano a comprendere la situazione nel quale versa l’attuale ecosistema digitale, in cui le possibilità offerte dalla Rete sono assoggettate al profitto privato e agli interessi personali o politici di attori che causano diverse forme di inquinamento simbolico. Il testimone OC35 esprime a riguardo un punto di vista molto simile, adottando anch’egli un’altra potente metafora ambientale per descrivere il processo estrattivo di privatizzazione e sfruttamento economico del digitale: secondo l’intervistato, infatti, “la Rete (...) all’inizio era una foresta, poi hanno abbattuto gli alberi e l’hanno fatta diventare una miniera”. Dagli attacchi informatici alle frodi online, dallo *spam* alla disinformazione deliberata, dal bombardamento pubblicitario al controllo di massa, tutti i principali problemi della società digitale possono essere intesi

⁹¹ De Biase (19/11/2015): <https://tinyurl.com/h74pzk5z>

⁹² De Biase (19/11/2015): <https://tinyurl.com/2d8c5z7d>

come problemi ambientali di inquinamento comunicativo⁹³ che, peraltro, richiedono un impegno computazionale e infrastrutturale il cui consumo di energia e risorse delinea, come abbia visto, un'importante fonte di inquinamento fisico.

Come l'ambiente naturale, anche il mondo digitale versa dunque in una crisi ecologica che, come si accennava nel §3.2.2, occorre contrastare adottando specifiche forme di **sostenibilità digitale** ispirate al modello della sostenibilità ambientale. Nelle parole del testimone privilegiato LU40, le numerose ed efficaci metafore ecologiche in grado di descrivere accuratamente il digitale dimostrano come "l'attenzione all'ambiente sia quel grimaldello che ci consenta di ripensare alla base la teoria dei media". Secondo OL45, il primo passo in questo senso consiste nell'elaborare una "governance globale" che trascenda i modelli locali attualmente in vigore ispirate al libero mercato, come negli Stati Uniti, o al controllo di Stato, come in Cina. Il modello da seguire e da espandere globalmente sarebbe quindi quello intermedio dell'Unione Europea, con cui implementare dei "protocolli di rispetto dell'impatto ambientale" e di "salvaguardia del benessere delle persone". Per OL45 è infatti importante che nelle piattaforme digitali si lavori ad una "etica *by design*" ispirata all'approccio della "*privacy by design*", laddove i "comitati etici di Facebook e Google", essendo "assoggettati alle logiche del business", non bastano a garantirla. OL45 sostiene che bisognerebbe concepire "l'accesso a Internet come un diritto umano" e che sebbene "nel Novecento abbiamo fatto mille errori, ci sono alcuni modelli di gestione di etica globale" che dovremmo riprendere per le tecnologie della comunicazione. L'ecologizzazione del digitale è, in questo senso, un fenomeno appena abbozzato. Mentre dal punto di vista tecnico il suo "farsi ambiente" risulta estremamente avanzato, sul piano sociale e culturale ancora si stenta a riconoscere nel digitale un vero e proprio ambiente meritevole di cura, tutela e regolamentazione. La dimensione profondamente ambientale delle nuove ICT richiede allora di elaborare **un'ecologia politica del digitale** che agisca su più livelli e che si avvalga di diversi strumenti. A complemento dei protocolli suggeriti da OL45, si potrebbero per esempio immaginare disincentivi finanziari che penalizzino quelle forme di datificazione intensive, irresponsabili e improduttive che caratterizzano un'ampia fetta della Rete. Ma

⁹³ Sulle diverse forme di inquinamento che possono caratterizzare la comunicazione (non necessariamente digitale), e su come queste configurino una memoria e un passato tossico da rendere sostenibili, si veda Tota 2020: 182.

soprattutto, è innanzitutto necessario che al digitale venga riconosciuto lo status di ambiente sul piano culturale. A questo proposito, OL45 ritiene che la “separazione”, la “dicotomia” e il “dualismo” tra virtuale e reale siano un problema da affrontare, perché “pensare la società dell’informazione come un mondo a parte ha ancora effetti nel modo in cui le persone pensano e vivono”. Il consumo compulsivo e patologico dei media digitali, quell’atteggiamento bulimico di cui parlava FT55 nel paragrafo precedente, può almeno in parte essere ricondotto al mito di un mondo online in cui tutto è etereo, immateriale, gratuito e sganciato dalla realtà offline. Anche in questo caso il parallelismo con la sostenibilità ambientale e digitale può essere d’aiuto. Così come l’educazione ambientale si è ritagliata un posto più o meno stabile nelle offerte formative della scuola, anche per il digitale potrebbero essere utili programmi educativi che insegnino la “sobrietà digitale” (FT55) e il rispetto dell’ecosistema mediatico, inducendo “a ragionare sulla limitatezza delle risorse digitali”, il cui esaurimento, lungi dall’essere irrealistico, è uno scenario possibile. La pandemia da Covid-19 ce ne ha dato un esempio, quando il forzato aumento dei flussi digitali ha imposto la necessità di limitare il consumo di banda, portando all’abbassamento della qualità nello streaming video da parte di piattaforme di intrattenimento come Netflix e Youtube⁹⁴. Se è vero, riprendendo la citazione posta in apertura a questa tesi, che quello dei media elettrici è un “assalto ecologico” (McLuhan 1986: 220) a cui è impossibile opporre resistenze conservatrici, ciò non impedisce, ma anzi pone la necessità, di governare tale assalto, sottraendolo alla sua attuale dimensione di minaccia e riportandolo, con una strategia di sostenibilità digitale, al suo stato originario di opportunità con cui si è molto a lungo identificato.

⁹⁴ Fiore (20/03/2020): <https://tinyurl.com/2p8pdkny>

CONCLUSIONE

VERSO UN'ECOLOGIA DEI MEDIA ECOLOGICI

Sin dal titolo, questo elaborato si è proposto come una riflessione attorno ai temi dell'ambiente e del digitale che potesse fornire gli strumenti per elaborare *un'ecologia dei media ecologici*. Avendo concluso l'analisi dei quattro processi al cuore della tesi, proviamo a chiarire il significato di questa espressione e a trarne delle conclusioni. Per farlo, iniziamo ripercorrendo sinteticamente le principali tappe di questa ricerca che, va ricordato, nasce con l'obiettivo generale di mettere in dialogo le tematiche dell'ambiente e del digitale, le cui analisi vengono condotte quasi sempre in maniera separata, sacrificando i possibili rapporti tra esse.

Il primo capitolo si è sviluppato restando volontariamente in quest'ottica di separazione, fornendo una serie di definizioni e distinzioni analitiche interne alle singole macro-categorie di "ambiente" e "digitale" ma utili alla successiva trattazione del loro rapporto. Il secondo capitolo ha quindi mosso i primi passi in questo senso, illustrando di tale rapporto la dimensione *mainstream* incentrata sulla questione dell'impatto ambientale che le ICT digitali avrebbero sull'ambiente. È stato quindi mostrato come siano cambiate, nel corso del tempo, la percezione, la cognizione e l'entità di tale impatto, che viene considerato in maniera estremamente positiva nel datato ma perdurante immaginario *green* della dematerializzazione e in modo estremamente negativo nei più recenti studi delle scienze "dure" e sociali. È stato anche osservato, tuttavia, che la determinazione quantitativa dell'impatto non conferisce al rapporto tra tematiche ambientali e digitali una dimensione sociologica, che va piuttosto ricercata in altri aspetti, la cui articolazione è stata oggetto del terzo e del quarto capitolo. Lì sono state costruite e analizzate, prima attraverso la *literature review* e poi ricorrendo al materiale raccolto empiricamente, le due categorie analitiche portanti di questo elaborato, ovvero la digitalizzazione dell'ecologia e l'ecologizzazione del digitale. La prima categoria ha permesso di descrivere e analizzare le implicazioni del digitale sull'ecologia, intesa sia come studio scientifico dell'ambiente che come insieme di processi socio-politici volti

alla gestione del territorio; viceversa, la seconda categoria è servita ad illustrare i modi in cui questioni di ordine ecologico abbiano influito, e possano influire in futuro, sullo sviluppo dei media digitali.

Nella concettualizzazione e categorizzazione proposta è stato centrale il ruolo degli STS, le cui diverse prospettive teoriche hanno fornito gli strumenti in grado di dare a ciascuno dei processi descritti una specifica rilevanza sociologica. In particolare, la letteratura dell'approccio infrastrutturale ha permesso di evidenziare la tensione tra vocazione universale e pratiche situate riscontrabile nelle piattaforme digitali, nonché i processi di perdita e ricostruzione del contesto che caratterizzano l'attività scientifica e in cui il digitale ha un ruolo centrale, pur risultando generalmente invisibile. Non a caso, l'invisibilità dell'infrastruttura digitale e il processo di inversione infrastrutturale sono stati gli aspetti più chiaramente emersi dalle interviste condotte durante il lavoro di campo. Sul piano della partecipazione e della *governance* ambientale si è visto che l'utilizzo del digitale è stato oggetto di numerose pubblicazioni, che tuttavia mobilitano solo raramente e collateralmente i concetti fondamentali degli STS. Il tentativo avanzato nel §4.2 è stato quindi quello di applicare la prospettiva della ANT ai discorsi degli attori intervistati e ad alcuni strumenti dell'ecologia digitale, cercando di evidenziare il ruolo e l'*agency* degli attanti non-umani, nonché le opportunità e i limiti che derivano dal loro coinvolgimento nelle pratiche dell'ambientalismo. In maniera simile, anche l'ecologizzazione del digitale, intesa come mitigazione degli effetti ambientali di dispositivi e infrastrutture, rappresenta un processo scarsamente indagato a livello sociologico e in chiave STS. Impiegando alcuni concetti fondamentali dell'approccio SCOT è stato invece possibile sottolineare come l'ecologia abbia influito sullo sviluppo degli strumenti digitali, sebbene attraverso diverse logiche e modelli che riflettono i valori e gli interessi di diversi gruppi sociali ora in competizione, ora in collaborazione per l'evoluzione ecologica di un quadro tecnologico non ancora stabilizzato. Infine, è stata presa in considerazione la letteratura dell'ecologia dei media, un approccio che si concentra, tra i vari fenomeni, anche sul *mediascaping*, ovvero sul "farsi ambiente" del digitale, un processo di cui sono stati forniti nell'ultimo paragrafo alcuni esempi e testimonianze. La tabella del §2.3 – in cui venivano introdotte sinotticamente le categorie, i processi, le discipline e gli approcci teorici utilizzati per articolare il rapporto tra

ambiente e digitale – può adesso essere espansa, includendo anche i più rilevanti casi-studio analizzati e i relativi risultati:

Premessa e obiettivo generale	Articolare il rapporto ambiente/digitale oltre l'impatto, elaborando un'ecologia dei media ecologici			
Categorie analitiche e obiettivi intermedi	Digitalizzazione dell'ecologia: leggere la crisi ambientale come un problema digitale		Ecologizzazione del digitale: leggere la crisi digitale come un problema ecologico	
Processi e obiettivi specifici	Utilizzi del digitale nelle scienze ambientali e nella produzione di fatti scientifici	Utilizzi del digitale nella partecipazione e nella <i>governance</i> ambientale	Le strategie sociotecniche di mitigazione dell'impatto ambientale delle ICT digitali	Lo sviluppo dei media digitali come ambienti informativi (<i>mediascapes</i>)
Discipline, teorie, metodi e casi-studio	Sociologia della scienza Ecologia delle infrastrutture Interviste a scienziati ambientali	Sociologia dell'ambiente, sociologia politica, sociologia dei media ANT Interviste ad attivisti; <i>AWorld, Junker, Rainforest Foundation, People's Planet Project, Flash Forest, Ecosia</i>	Sociologia dei media, sociologia della tecnica SCOT Interviste a testimoni privilegiati; <i>Green Web (Ecosia, ho-mobile, Google)</i> e <i>Green IT</i> (legge di Moore, <i>OLPC XO, ATMO, Fairphone, Apple, Refurbed</i>)	Sociologia dei media e della comunicazione, sociologia della cultura Ecologia dei media Interviste; semantica digitale, ecosistemi digitali, evoluzione delle interfacce
Risultati	Invisibilità infrastrutturale Perdita e ricostruzione del contesto Tendenza epistemologica all'informazionalizzazione, alla valutazione e alla concezione reticolare dell'ambiente	Tipologizzazione e analisi della Rete come mezzo di 1) informazione 2) partecipazione 3) come fine in sé	Tipologizzazione del <i>greening</i> (riforestazione, miniaturizzazione, eco-design naif, modularità, riparazione, ricondizionamento) e sua analisi come quadro tecnologico in evoluzione	Sostenibilità digitale come strategia opportuna

Cosa significa, alla luce di tutto ciò, proporre un'ecologia dei media ecologici? Per rispondere occorre tener presente che, in base alla concettualizzazione proposta, il concetto di **medium ecologico** può applicarsi a ciascuno dei quattro ambiti e processi

presi in esame. Possono essere considerati media ecologici, in altre parole, quei supporti, dispositivi e infrastrutture che:

- 1) vengono impiegati nella produzione e diffusione di sapere scientifico ecologico;
- 2) trovano spazio nella *governance* e nella partecipazione alla questione ambientale;
- 3) incorporano qualche soluzione sociotecnica finalizzata alla riduzione del loro stesso impatto ambientale;
- 4) presentano caratteristiche tali per cui immergono l'utente in un ambiente informazionale.

Tenendo conto di ciò, elaborare un'**ecologia dei media ecologici** significa adottare lo sguardo relazionale che caratterizza la disciplina ambientale per far dialogare e tenere insieme questi processi, considerandoli, pur nella loro diversità e autonomia, come parti di un tutto inscindibile rappresentato appunto dal concetto di medium ecologico. Approcciarsi all'ecologia dei media ecologici significa quindi prendere in considerazione tre idee fondamentali: la prima è che la crisi ecologica sia dovuta *anche* al modo in cui il digitale media la nostra conoscenza dell'ambiente e l'azione su di esso; la seconda è che i problemi sociali posti dal digitale possano essere efficacemente affrontati e risolti adottando uno sguardo ecologico; la terza è che le due crisi (ambientale e digitale) siano due facce della stessa medaglia, due fenomeni strettamente connessi da affrontare congiuntamente, piuttosto che separatamente.

Chiaramente, nell'ambito di questa tesi, tutto ciò non rappresenta un risultato conseguito, bensì un obiettivo intellettuale a cui tendere, un programma di ricerca ancora da realizzare e a cui è stato dato solo un modesto contributo con questo scritto. Elaborare un'ecologia dei media ecologici è cioè un'impresa imponente, che trascende ampiamente le possibilità di un percorso dottorale e forse persino di un'intera vita intellettuale. Nell'economia del presente elaborato, ciò potrà probabilmente rappresentare un limite da cui far scaturire alcune critiche legittime. La vastità del tema trattato in questa ricerca, ovvero i possibili rapporti tra ambiente e digitale, è infatti al contempo il suo punto di forza e il suo punto debole. Tra le criticità di un tale approccio la più evidente è data dalla scarsa delimitazione del campo analitico e, conseguentemente, dalla relativa ristrettezza

della base empirica raccolta. Bisogna tener conto, tuttavia, che ciò non dipende solo da un'opinabile scelta individuale, ma anche dal contesto oggettivo in cui essa è stata effettuata. Come illustrato nell'introduzione, le restrizioni sociali dovute alla crisi pandemica verificatasi nel cuore del percorso dottorale hanno reso inaccessibili molte risorse e imposto una ristrutturazione in itinere della ricerca. L'auspicio è che tali circostanze abbiano dato linfa ad un elaborato i cui limiti possono forse essere intesi anche come punti di forza. Tra questi, la strutturazione di un quadro teorico ampio ed eterogeneo; l'esplorazione di temi e dinamiche non *mainstream* ma di frontiera; un'applicazione non ricorrente degli approcci STS (anch'essi caratterizzati da un'attenzione solo marginale al rapporto tra ambiente e digitale), nonché l'integrazione e l'aggiornamento delle pochi fonti disponibili sui temi in questione attraverso una panoramica dei nuovi strumenti dell'ecologia digitale e delle più recenti pratiche di ecologizzazione del digitale. Infine, un altro risultato a cui si è cercato di tendere è rappresentato dall'inquadramento analitico e teorico di due argomenti, l'ambiente e il digitale, che non solo sono vasti e complessi, ma anche in continua evoluzione e sovente ideologizzati. Non è raro, infatti, che gli studi sociali sulle controversie ambientali, sulla sostenibilità e sui problemi digitali propendano, per dirla con Umberto Eco, verso tesi apocalittiche o, al contrario, integrate e rassicuranti. In ultima analisi, da questi parziali e provvisori esiti è auspicabile trarre delle possibili direzioni per future ricerche. Da un lato risulta infatti evidente la necessità di selezionare e delimitare ambiti di osservazione più ristretti e circoscritti, su cui focalizzarsi in maniera più specifica ed empirica, così da poter valorizzare le ipotesi di ricerca attraverso basi empiriche più solide; dall'altro, tuttavia, si spera di aver mostrato come l'importanza delle questioni ambientali e digitali meriti un'attenzione ecologica, ovvero uno sforzo intellettuale di taglio relazionale e sistemico. Tenendo insieme queste due direzioni di sviluppo si darebbe spazio a progetti di ricerca che potrebbero rivelare sorprese inaspettate. Dati gli scarsi e asfittici risultati conseguiti dalle attuali strategie di gestione *separata* della crisi ambientale e digitale, varrebbe la pena provarci.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1980) *Sociobiologia e natura umana. Una discussione interdisciplinare*, Torino, Einaudi.
- Abbate, J. (1999) *Inventing the Internet*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Abruzzese, A., Susca, V. (a cura di) (2006) *Immaginari post-democratici. Nuovi media, cybercultura e forme di potere*, Milano, Franco Angeli.
- Anderson, A. G. (2014) *Media, Environment and the Network Society*, London, Palgrave Macmillan.
- Andrae, A. S.G., Elder, T. (2015) On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030, *Challenges*, 6: 117-157.
- Appadurai, A. (1990) Disjuncture and Difference in the Global Cultural Economy, in *Theory, Culture & Society*, 7: 295-310.
- Aragona, B., Felaco, C. (2018) La costruzione socio-tecnica degli algoritmi. Una ricerca nelle infrastrutture di dati, in *The Lab's Quarterly*, XX, 4, 97-115.
- Arts, K., van der Wal, R., Adams, W. M. (2015) Digital technology and the conservation of nature, in *Ambio*, 44, 4: 661-673.
- Bagliani, M. M., Dansero, E. (2011) *Politiche per l'ambiente. Dalla natura al territorio*, Novara, UTET.
- Balbi, G. (2018) La “svolta apocalittica” negli studi sul digitale: introduzione, in *Quaderni di teoria sociale*, 1: 11-24.
- Balbi, G., Magaudda, P. (2014) *Storia dei media digitali. Rivoluzioni e continuità*, Bari, Laterza.
- Baroudi, C. (2009) *Green IT for Dummies*, Indianapolis, Wiley Publishing.
- Bateson G. (1973) *Steps to an ecology of mind*, New York, Ballantine books.

- Beck, U. (1992) *Risk Society. Towards a New Modernity*, London, SAGE.
- Bellamy Foster, J., Clark, B. (2008) The sociology of ecology: ecological organicism versus ecosystem ecology in the social construction of ecological science, 1926-1935, in *Organization & Environment*, 21, 3: 311-352.
- Belkhir, L., Elmeligi, A. (2018) Assessing ICT global emissions footprint: Trends to 2040 & recommendations, in *Journal of Cleaner Production*, 177: 448-463.
- Bentivegna, S., Boccia Artieri, G. (2019) *Le teorie delle comunicazioni di massa e la sfida digitale*, Bari, Laterza.
- Bijker, W. E. (1995) *Of bicycles, bakelites, and bulbs: Toward a theory of sociotechnical change*, Cambridge, MA, MIT press.
- Bijker, W. E., Hughes, T. P., Pinch, T. (a cura di) (2012) *The social construction of technological systems*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Bijker, W. E., Law, J. (a cura di) (1992) *Shaping technology/building society: studies in sociotechnical change*, Cambridge, MA, MIT press.
- Blair, G. (2020) A Tale of Two Cities: Reflection on Digital Technology and the Natural Environment, in *Patterns*, 1.
- Boccaletti, G., Löffler, M., Oppenheim, J.M. (2008) How IT can cut carbon emissions, in *McKinsey Quarterly*: 1-5.
- Bolter, J.D., Grusin, R. (2002) *Remediation. Competizione e integrazione tra media vecchi e nuovi*, Milano, Guerini e Associati.
- Bonneuil, C., Fressoz, J.B. (2019) *La terra, la storia e noi. L'evento Antropocene*, Roma, Treccani.
- Borges, J. L. (1961) Del rigore della scienza, in *Storia universale dell'infamia*, Milano, Il Saggiatore.

- Bory, P. (2020) *The Internet Myth. From the Internet Imaginary to Network Ideologies*, London, University of Westminster Press.
- Boysen, L. R., Lucht, W., Gerten, D., Heck, V., Lenton, T. M., Schellnhuber, H. J. (2017) The limits to global-warming mitigation by terrestrial carbon removal, in *Earth's Future*, 5, 5: 463-474.
- Bowker, G. (1994) Information mythology and infrastructure, in Bud-Frierman, L. (a cura di), *Information acumen: the understanding and use of knowledge in modern business*, London, Routledge, pp. 231-247.
- Bowker, G. (2000) Biodiversity, datadiversity, in *Social studies of science*, 30, 5: 643-683.
- Bowker, G., Star, S.L. (1999) *Sorting Things Out. Classification and its consequences*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Bucchi, M. (2010) *Scienza e società. Introduzione alla sociologia della scienza*, Milano, Cortina.
- Buffardi, A., de Kerckhove, D. (2011) *Il sapere digitale. Pensiero ipertestuale e conoscenza connettiva*, Napoli, Liguori.
- Büscher, B. (2014) Nature 2.0: exploring and theorizing the links between new media and nature conservation, in *New Media & Society*, 18, 5: 726-743.
- Bush, V. (1945) As we may think, in *The Atlantic monthly*, 176, 1: 101-108.
- Callén, B., Sánchez Criado, T. (2015) Vulnerability Tests. Matters of “Care for Matter” in E-waste Practices, in *Tecnoscienza - Italian Journal of Science and Technology Studies*, 6, 2: 17-40.
- Callon, M. (1984) Some elements of a sociology of translation. Domestication of the scallops and the fishermen of St. Brieuc Bay, in *The Sociological Review*, 32: 196-233.
- Camorrino, A. (2017) Un'apparente immaterialità. Analisi sociologica dell'immaginario digitale, in *Scienza e Filosofia*, 18: 135-146.

- Camorrino, A. (2020) La seconda modernità del digitale, in *Mediascapes journal*, 14: 73-83.
- Capra, F. (2017) *La rete della vita*, Milano, Rizzoli.
- Carey, C. C., Ward, N.K., Farrell, K.J., Lofton, M.E., Krinos, A.I., McClure, R.P., Subratie, K.C, Figueiredo, R.J., Doubek, J.P., Hanson, P.C., Papadopoulos, P., Arzberger, P. (2019) Enhancing collaboration between ecologists and computer scientists: lessons learned and recommendations forward, in *Ecosphere* 10, 5: 1-12.
- Carr, N. (2011) *Internet ci rende stupidi? Come la Rete sta cambiando il nostro cervello*, Milano, Cortina.
- Carson, R. (1999) *Primavera silenziosa*, Milano, Feltrinelli.
- Casetti, F. (2018) Mediascape: un decalogo, in Montani, P., Cecchi, D., Feyles, M. (a cura di), *Ambienti mediali*, Milano, Meltemi, pp. 111-138.
- Ceccarini, L. (2008) *Consumare con impegno. La politica quotidiana tra botteghe del mondo e supermercato*, Bari, Laterza.
- Ceruzzi, P. (2003) *A history of modern computing*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Chandler, D., Fuchs, C. (a cura di) (2019) *Digital Objects, Digital Subjects: Interdisciplinary Perspectives on Capitalism, Labour and Politics in the Age of Big Data*, London, University of Westminster Press.
- Colombo, F. (2020) *Ecologia dei media. Manifesto per una comunicazione gentile*, Milano, Vita e Pensiero.
- Cook, G. (2017) *Clicking Clean: Who Is Winning the Race to Build a Green Internet?*, Washington, Greenpeace.
- Couldry, N. (2013) *Sociologia dei nuovi media. Teoria sociale e pratiche mediali digitali*, Milano, Pearson.
- Danon, M. (2006) *Ecopsicologia*, Milano, Apogeo.

de Sola Pool, I. (1995) *Tecnologie di libertà. Informazione e democrazia nell'era elettronica*, Torino, UTET.

dell'Agnese, E. (2011) Primavera silenziose. Visioni distopiche e discorso ambientalista, in dell'Agnese, E., Rondinone, A. (a cura di) *Cinema, ambiente e territorio*, Milano, Unicopli, pp. 51-71.

Descola, P. (2021) *Oltre natura e cultura*, Milano, Cortina.

Di Salvo, P. (2018) Sorveglianza, hacking e crittografia. L'“effetto Snowden” e l'emersione del lato oscuro del digitale nella ricerca sui media, in *Quaderni di teoria sociale*, 1: 53-80.

Edwards, P. N. (2010) *A vast machine: computer models, climate data, and the politics of global warming*, Cambridge, MA, MIT Press.

Epifani, S. (2020) *Sostenibilità digitale: perché la sostenibilità non può prescindere dalla trasformazione digitale*, Digital Transformation Institute.

Eubanks, V. (2017) *Automating inequality. How high-tech profile, police and punish the poor*, New York, St. Martin Press.

Feinler, E.J. (ed.) (1978) *Arpanet Resources Handbook*, Menlo Park, Arpanet Network Information Center.

Flichy, P. (2007) *The Internet Imaginaire*, Cambridge, MA, MIT Press.

Floridi, L. (2017) *La quarta rivoluzione: come l'infosfera sta trasformando il mondo*, Milano, Cortina.

Floridi, L. (2020) *Il verde e il blu. Idee ingenue per cambiare la politica*, Milano, Cortina.

Formenti, C. (2011) *Felici e sfruttati. Capitalismo digitale ed eclissi del lavoro*, Milano, Egea.

Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. (2020) *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*, UNU/UNITAR, ITU, ISWA, Bonn/Geneva/Rotterdam.

- Franchi, J. (2019) *Solitudini connesse. Sprofondare nei social media*, Milano, Agenzia X.
- Gabrys, J. (2011) *Digital Rubbish: A Natural History of Electronics*, Ann Arbor, University of Michigan Press.
- Gadotti, G. (1998) Il linguaggio della pubblicità sociale: specificità e questioni, in *Micro & Macro Marketing*, 7, 2: 255-266.
- Gallino, L. (1978) *Dizionario di sociologia*, Torino, UTET.
- Geddes, P. (1915) *Cities in evolution: an introduction to the town planning movement and to the study of civics*, London, Williams and Norgate.
- Gibson, W. (1986) *Neuromante*, Milano, Editrice Nord.
- Gidaris, C. (2019) Surveillance capitalism, datafication, and unwaged labour. The rise of wearable fitness devices and interactive life insurance, in *Surveillance & Society*, 17, 1/2: 132-138.
- Gillespie, T.; Boczkowski, P.; Foot, K.A. (a cura di) (2014) *Media Technologies. Essays on Communication, Materiality, and Society*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Gombiner, J. (2011) Carbon Footprinting the Internet, in *Consilience*, 5: 119-124.
- Gossart, C. (2015) Rebound effects and ICT: a review of the literature, in Hilty, L, Aebischer, B. (a cura di), *ICT innovations for sustainability*, Cham, Springer, pp. 435-448
- Graham, S., Thrift, N. (2007) Out of order: understanding repair and maintenance, in *Theory, culture & society*, 24, 3: 1-25.
- Granata, P. (2009) *Arte, estetica e nuovi media. "Sei lezioni" sul mondo digitale*, Bologna, Lupetti.
- Granata, P. (2015) *Ecologia dei media. Protagonisti, scuole, concetti chiave*, Milano, Angeli.

- Graziano, V., Trogal, K. (2019) Repair matters, in *ephemera: theory and politics in organization*, 19, 2: 203-227.
- Greenfield, A. (2006) *Everyware: The Dawning Age of Ubiquitous Computing*, Berkeley, CA, New Riders Pub.
- Han, B. (2015) *Nello sciame. Visioni del digitale*, Roma, nottetempo.
- Hampton, S. E., Strasser, C. A., Tewksbury, J. J., Gram, W. K., Budden, A. E., Batcheller, A.L., Duke, C.S., Porter, J. H. (2013) Big Data and the future of Ecology, in *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11, 3: 156-162.
- Harper, D. (2012) *Visual Sociology*, Abingdon, Routledge.
- Hilty, L. (2014) History and Definition of Environmental Informatics, in Wohlgemuth, V., Voigt K., Pillmann, W. (a cura di), *Umweltinformatik – Einblick in drei Jahrzehnte der Entwicklung einer Wissenschaftsdisziplin*, Shaker Verlag, 13-19.
- Hui Kyong Chun, W., (2006) *Control and Freedom. Power and Paranoia in the Age of Fiber Optics*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Igoe, J. (2010) The spectacle of nature in the global economy of appearances: anthropological engagements with the spectacular mediations of transnational conservation, in *Critique of anthropology*, 30, 4: 375-397.
- Innis, H. A. (1950) *Empire and communications*, Oxford, Clarendon Press.
- Jackson, S. (2014) Rethinking repair, in Gillespie, T.; Boczkowski, P.; Foot, K.A. (a cura di), *op. cit.*, pp. 221-239.
- Jardim, E. (2017) *From smart to senseless. The global impact of 10 years of smartphones*, Washington, Greenpeace.
- Jenkins, H. (2007) *Cultura convergente*, Milano, Apogeo.
- Jonas, H. (2002) *Il principio responsabilità. Un'etica per la civiltà tecnologica*, Torino, Einaudi.

- Krämer, S. (2020) *Piccola metafisica della medialità. Medium, messaggero, trasmissione*, Roma, Edizioni di storia e letteratura.
- Lambert, C. (2017) *Il lavoro ombra: tutti i lavori che fate (gratis) senza nemmeno saperlo*, Milano, Baldini & Castoldi.
- Latour, B. (1996) *Aramis, or the Love of Technology*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Latour, B. (1998) *La scienza in azione: introduzione alla sociologia della scienza*, Torino, Edizioni di Comunità.
- Latour, B. (2000) *Politiche della natura. Per una democrazia delle scienze*, Milano, Cortina.
- Latour, B. (2006). Dove sono le masse mancanti? Sociologia di alcuni oggetti di uso comune, in Mattozzi, A. (a cura di), *Il senso degli oggetti tecnici*, Roma, Meltemi.
- Leonardi, E. (2017) *Lavoro, natura, valore. André Gorz tra marxismo e decrescita*, Napoli, Orthotes.
- Leonelli, S. (2018) *La ricerca scientifica nell'era dei Big Data*, Milano, Meltemi.
- Levy, P. (1996) *L'intelligenza collettiva. Per un'antropologia del cyberspazio*, Milano, Feltrinelli.
- Licklider, J. (1965) *Libraries of the future*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Lingua, G., De Cesaris, A. (2020) Immersività distratta. La nuova economia dell'attenzione nei media digitali, in *MeTis. Mondi educativi. Temi, indagini, suggestioni*, 10, 1: 63-84
- Liu, Y., Alexandrova, T., Nakajima, T. (2011) Gamifying intelligent environments, in *Proceedings of the 2011 international ACM workshop on Ubiquitous meta user interfaces*: 7-12.
- Lovink, G. (2019) *Nichilismo digitale. L'altra faccia delle piattaforme*, Milano, Egea.

- Luhmann, N. (1989) *Ecological Communication*, Cambridge, Polity Press.
- Luise, V. (2019) *Le forme dell'innovazione nell'ideologia californiana: le retoriche, i modelli e le trasformazioni dell'economia startup*, Milano, Egea.
- Macnaghten, P. (2003) Embodying the environment in everyday life practices, in *The sociological review*, 51, 1: 63-84.
- Magaudda, P. (2020) Evoluzione di un ambito di studio interdisciplinare, in Magaudda, P., Neresini, F. (a cura di), *op. cit.*, pp. 23-40.
- Magaudda, P., Neresini, F. (a cura di) (2020) *Gli studi sociali sulla scienza e la tecnologia*, Bologna, Il Mulino.
- Manovich, L. (2001) *Il linguaggio dei nuovi media*, Milano, Olivares.
- Marres N. (2012) *Material participation: technology, the environment and everyday publics*, London, Palgrave Macmillan.
- Maxwell, R., Miller, T. (2012) *Greening the media*, New York, Oxford University Press.
- Mazzocco, D. (2019) *Cronofagia. Come il capitalismo depreda il nostro tempo*, Roma, Editore.
- McLuhan, M. (1986) *Gli strumenti del comunicare*, Milano, Garzanti.
- Michel, J.B., Shen, Y.K., Aiden, A.P., Veres, A., Gray, M.K., The Google Books Team, Pickett, J.P., Hoiberg, D., Clancy, D., Norvig, P., Orwant, J., Pinker, S., Nowak, M.A., Lieberman Aiden, E. (2010) Quantitative Analysis of Culture Using Millions of Digitized Books, in *Science*, 331, 6014: 176-182.
- Minniti, S. (2020) Utilizzatori e tecnologie, in Magaudda, P., Neresini, F. (a cura di), *op. cit.*, pp. 109-126.
- Mol, A. P.J. (2001) *Globalization and Environmental Reform. The Ecological Modernization of the Global Economy*, Cambridge, MA, MIT Press.

- Mol, A. P.J. (2008) *Environmental Reform in the Information Age. The Contours of Informational Governance*, New York, Cambridge University Press.
- Monaci, S. (2008) *La conoscenza online: logiche e strumenti*, Roma, Carocci.
- Mongili, A. (2015) *Topologie postcoloniali. Innovazione e modernizzazione in Sardegna*, Cagliari, Condaghes.
- Mongili, A., Pellegrino, G. (2014a) (a cura di) *Information Infrastructure(s): Boundaries, Ecologies, Multiplicity*, Newcastle upon Tyne, Cambridge Scholars Publishing.
- Mongili, A., Pellegrino, G. (2014b) The Boundaries of Information Infrastructures: An Introduction, in Mongili, A., Pellegrino, G. (a cura di), *op. cit.*, pp. xviii-xlvi.
- Mongili, A., Pellegrino, G. (2020) Infrastrutture e standard, in Magaudda, P., Neresini, F. (a cura di), *op. cit.*, pp. 127-140.
- Morin, E. (2020) *Il paradigma perduto: che cos' è la natura umana?*, Milano, Mimesis.
- Morozov, E. (2011) *The Net Delusion. The Dark Side of Internet Freedom*, New York, PublicAffairs.
- Morozov, E. (2013) *To save everything, click here. The folly of technological solutionism*, New York, PublicAffairs.
- Mosco, V. (2004) *The Digital Sublime. Myth, Power, and Cyberspace*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Mosco, V. (2017) *Becoming Digital. Toward a Post-Internet Society*, Bingley, Emerald Publishing.
- Murugesan, S. (2008) Harnessing green IT: Principles and Practices, in *IT professional*, 10,1: 24-33.
- Nardi, B. A., O'Day, V. (1999) *Information ecologies: using technology with heart*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Negroponte, N. (1995) *Being Digital*, New York, Vintage books.

- Odum, E. P., Barrett, G. W. (2005) *Fundamentals of ecology*, Boston, MA, Thomson brooks/cole.
- Ortoleva, P. (1995) *Mediastoria. Mezzi di comunicazione e cambiamento sociale nel mondo contemporaneo*, Parma, Pratiche.
- Ortoleva, P. (2008) *Il secolo dei media. Riti, abitudini, mitologie*, Milano, il Saggiatore.
- Ortoleva, P. (2014) Prefazione, in Balbi, G. e Magaudda, P., *op. cit.*, pp. v-xiii.
- Ouellette, R. P., Greeley, R. S., Overbey, J. W. (1975) *Computer Techniques in Environmental Science*, Petrocelli/Charter.
- Paoletti, I. (2021) *Siate materialisti*, Milano, Einaudi.
- Parikka, J. (2015) *A Geology of Media*, Minneapolis, University of Minnesota Press.
- Pariser, E. (2012) *Il filtro. Quello che Internet ci nasconde*, Milano, Il saggiatore.
- Parisi, F. (2019) *La tecnologia che siamo*, Torino, Codice Edizioni.
- Pellegrino, G. (2009) Ecologie ed artefatti tecnologici: limiti e opportunità di una ibridazione concettuale, in Farina A., Russo M. (a cura di) *I nuovi paradigmi dello sviluppo. Scienze sociali e scienze ecologiche a confronto*, Trieste, Goliardica Editrice, pp. 184-196.
- Pellegrino, G. (2014) Contingency in Infrastructures: Vulnerability, Ductility, Resilience, in Mongili, A, Pellegrino, G. (a cura di), *op. cit.*, pp. 26-51.
- Pellegrino, G. (2018). Digitale, im-materiale, mobile, ubiquo: ri-situare la realtà della vita quotidiana, in Floriani, S.; Rebughini, P. (a cura di), *Sociologia e vita quotidiana. Sulla costruzione della contemporaneità*, Napoli, Orthotes, pp. 129-148.
- Pellizzoni L. (2008). Politiche pubbliche e nuove forme di partecipazione, in *Partecipazione e conflitto*, 1, 0: 93-116.
- Pellizzoni, L. (2020) Ambiente e sostenibilità, in Magaudda, P., Neresini, F. (a cura di) (2020), *op. cit.*, pp. 143-157.

- Plepys, A. (2002) The grey side of ICT, in *Environmental impact assessment review*, 22, 5: 509-523.
- Poster, M. (1995) *The Second Media Age*, Hoboken, Wiley.
- Postman, N. (1970) The Reformed English Curriculum, in Eurich A.C. (a cura di), *High School 1980. The Shape of the Future in American Secondary Education*, New York, Pitman, pp. 160-168.
- Postman, N. (2019) *Ecologia dei media. La scuola come contropotere*, Roma, Armando editore.
- Quartioli, I. (2013) *Internet e l'Io diviso. La consapevolezza di sé nel mondo digitale*, Torino, Bollati Boringhieri.
- Rainie, L. and Wellman, B. (2012) *Networked: The New Social Operating System*, Cambridge, MIT Press.
- Rheingold, H. (1993) *The Virtual Community: Homesteading on the Electronic Frontier*, Reading, MA, Addison-Wesley Pub.
- Reinsel, D., Gantz, J., Rydning, J. (2018) The digitization of the world. From edge to core, IDC.
- Richards, E. (1907) *Sanitation in Daily Life*, Boston, Whitcomb & Barrows.
- Rifkin, J. (2014) *La società a costo marginale zero*, Milano, Mondadori.
- Rogers, E. (2009) The Internet and sustainable development, in Luthra, R. (a cura di), *Journalism and mass communication*, Oxford, EOLSS, pp. 108-122.
- Romm, J., Rosenfeld, A., Herrmann, S. (1999) *The Internet Economy And Global Warming. A Scenario Of The Impact Of E-commerce On Energy And The Environment*, The Center for Energy and Climate Solutions.

- Rose, D.E., Levinson, D. (2004) Understanding User Goals in Web Search, in *Proceedings of the 13th International Conference on World Wide Web*, New York, Association for Computing Machinery, pp. 13-19.
- Sachs, W. (1999) Sustainable development and the crisis of nature: on the political anatomy of an oxymoron, in Hajer, M., Fischer, F. (a cura di), *Living with Nature*, Oxford, Oxford University Press.
- Sandbrook, C. (2015) The social implications of using drones for biodiversity conservation, in *Ambio*, 44, 4: 636-647.
- Schor, J., White, K.E. (2010) *Plenitude: The New Economics of True Wealth*, New York, Penguin Press.
- Scolari, C. A. (2020) *Media Evolution. Sobre el origine de las especies mediaticas*, Buenos Aires, La Marca Editora.
- Sellen, A. J., Harper, R. H. R., *The myth of paperless office*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Sissa, G. (2008) *Il computer sostenibile. Riduzione dei rifiuti elettronici, riuso dei pc e open source*, Milano, Franco Angeli.
- Sissa, G. (2020) Anche il computer può far male, in *Luoghi comuni*, 2, 1.
- Spitzer, M. (2016) *Solitudine digitale: disadattati, isolati, capaci solo di una vita virtuale?*, Roma, Corbaccio.
- Srnicek, N. (2017) *Capitalismo digitale. Google, Facebook, Amazon e la nuova economia del web*, Roma, LUISS University Press.
- Star, S. L. (1999) The ethnography of infrastructure, in *American behavioural scientist*, 43, 3: 377-391.
- Star, S.L. (2010) This is not a Boundary Object: reflections on the origin of a concept, in *Science, Technology, & Human Values*, 35, 5, 601-617.

- Star, S. L., Griesemer, J. R. (1989) Institutional ecology, translations' and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39, in *Social studies of science*, 19, 3: 387-420.
- Star, S. L., Ruhleder, K. (1996) Steps toward an ecology of infrastructure: design and access for large information spaces, in *Information systems research*, 7, 1: 111-134.
- Stefik, M. (1997) *Internet Dreams*, Torino, UTET.
- Strassoldo, R. (1990) Ecologia umana e sociologia ambientale, in Dal Ferro, G., Posocco, F. (a cura di), *L'ambiente casa comune*, Vicenza, Istituto Rezzara, pp. 207-212.
- Strassoldo, R. (1993) La comunicazione ecologica: critica del pessimismo di N. Luhmann e alcune indicazioni positive, in Agazzi, E., Melchiorre, V., Strassoldo, R., Volta, G., *Pensare politicamente l'ambiente: i fondamenti*, Milano, Città dell'uomo, pp. 67-90.
- Strassoldo, R. (1994) Ecologia, in *Enciclopedia delle scienze sociali*, III, Roma, Treccani, pp. 281-290.
- Schumann, S. (2015) *How the Internet Shape Collective Action*, London, Palgrave Macmillan.
- Timmermans, S., Berg, M. (1997) Standardization in action: achieving local universality through medical protocols, in *Social Studies of Science*, 27, 2: 273-305.
- Tirino, M. (2017) Il materialismo digitale. Approcci e prospettive mediologiche, in *Scienza e Filosofia*, 18: 105-117.
- Tota, A. (2020) *Ecologia della parola. Il piacere della conversazione*, Torino, Einaudi.
- Treré, E. (2019). *Hybrid media activism: Ecologies, imaginaries, algorithms*, London, Routledge.
- Urry, J. (2007) *Mobilities*, Cambridge, Polity.

Verma, A., van der Wal, R., Fischer, A. (2015) Microscope and spectacle: on the complexities of using new visual technologies to communicate about wildlife conservation, in *Ambio*, 44, 4: 648-660.

Waterton, C. Ellis, R. Wynne, B. (2013) *Barcoding nature. Shifting cultures of taxonomy in an age of biodiversity loss*, New York, Routledge.

Webb, M. (2008) Smart 2020: Enabling the low carbon economy in the information age, in *The Climate Group*.

Wright Mills, C. (1962) *L'immaginazione sociologica*, Milano, Il Saggiatore.

SITOGRAFIA

Tutti i link sono stati verificati con ultimo accesso al 07/02/2022

Affinito, D. Gabanelli, M. (03/11/2021) *Smartphone e ambiente: ne buttiamo 1,5 miliardi l'anno, ma non li ricicliamo. Perché?*, DataRoom, Corriere della Sera
<https://tinyurl.com/yc5msy6n>

ANSA (14/09/2020) *Google sarà 'carbon-free' entro il 2030*,
<https://tinyurl.com/2p9dzd3y>

ANSA (06/10/2021) *Il Nobel per la Fisica a Giorgio Parisi*, <https://tinyurl.com/4b8zuact>

Bankwatch Network (2020) *See no evil. How a lack of transparency could dash EU hopes for a green pandemic recovery*, <https://tinyurl.com/334338vr>

Barlow, J. (1996) *Dichiarazione d'indipendenza del Cyberspazio*,
<https://tinyurl.com/2p92sw2f>

Blablacar, *I benefici del carpooling per l'ambiente*, <https://tinyurl.com/bdde69yj>

Borgomeo, V. (18/05/2020) *Coronavirus, blocco del traffico ed emissioni. Ecco la verità: CO2 in calo del 75%*, La Repubblica, <https://tinyurl.com/2aeau7y>

Brut nature (05/10/2020) *Using drones to save forests*, Facebook,
<https://tinyurl.com/5a9m64ux>

Cesin Group, *ATMO PC, il PC che fa bene all'ambiente*, <https://tinyurl.com/yc756m6x>

Chami, R., Cosimano, T., Fullenkamp, C., Oztosun, C. (2019) *Nature's Solution to Climate Change*, Finance and development, 56, 4, International Monetary Fund,
<https://tinyurl.com/yc8rsbtv>

D'Alessandro, J. (16/04/2020) *Internet cerca un senso, il sesto*, La Repubblica,
<https://tinyurl.com/yxyjv8e5>

Data Reportal (27/01/2021) *Digital 2021: Global Overview Report*, <https://tinyurl.com/yc2w3458>

De Biase, L. (19/11/2015) *Ecologia dell'informazione*, <https://tinyurl.com/h74pzk5z>

De Biase, L. (19/11/2015) *Ecologia dell'attenzione*, <https://tinyurl.com/2d8c5z7d>

Di Stefano, D. (13/11/2020) *Quando il packaging è un rebus, l'app ti aiuta a differenziare*, La Repubblica, <https://tinyurl.com/2p8vjuux>

Ecologicacup (16/06/2016) *Cambiamenti climatici - Mitigazione e adattamento*, Università del Salento, <https://tinyurl.com/4s374f8f>

Ecosia, *How does Ecosia neutralize a search's CO2 emissions?*, <https://tinyurl.com/y5mazvjt>

Ecosia, *How was Ecosia founded?*, <https://tinyurl.com/mscfxpfp>

Emissions Reduction Alberta, *Flash Forest - Commercial Pilots and Demonstrations of Rapid Drone Reforestation Technology*, Youtube, <https://tinyurl.com/mper2d89>

Exploit, *Ecologia politica: "Covid-19 e inquinamento dell'aria"*, Youtube, <https://tinyurl.com/2jwfuxvx>

Fairphone, Homepage, <https://tinyurl.com/mpzjdryp>

Fairphone, Shop, <https://tinyurl.com/2p8chtjh>

Fazio, G. (02/10/2019) *Le balene sarebbero in grado di assorbire il 40% di tutta la Co2 prodotta nel mondo*, AGI, <https://tinyurl.com/5esnenev>

Fiore, P. (20/03/2020) *Netflix e YouTube abbassano la risoluzione per alleggerire il traffico su Internet*, AGI, <https://tinyurl.com/2p8pdkny>

Flash Forest, *Who we are*, <https://tinyurl.com/yttykaz6>

Fraioli, L. (25/11/2020) *AWorld, l'app che misura il tuo impatto sull'ambiente. E ti premia se lo riduci*, La Repubblica, <https://tinyurl.com/yc24ymtv>

Franceschini, E. (24/06/2021) *"Microsoft, usa Teams". Ambientalisti contro i viaggi di lavoro*, La Repubblica, <https://tinyurl.com/yck2bu9m>

FredCavazza (09/06/2008) *Social Media Landscape*, <https://tinyurl.com/2p8fykz6>;

FredCavazza (18/04/2017) *Panorama des médias sociaux 2017*, <https://tinyurl.com/yckx67cx>

Gabanelli M., Tortora, F. (17/11/2021) *I grandi inquinatori piantano alberi contro la CO2 in cambio di crediti. Perché è un inganno*, DataRoom, Corriere della Sera, <https://tinyurl.com/ydxdj3m3>

Gadici, S. (26/07/2021) *Amazzonia: indigeni armati di droni e smartphone contro la deforestazione (e funziona)*, La Repubblica, <https://tinyurl.com/yapxrp5m>

Google Sustainability, *Carbon neutral since 2007. Carbon free by 2030*, <https://tinyurl.com/y8cj4v9t>

Galli, E. (08/03/2019) *Ho sfidato Apple e ho riparato il mio Mac da solo*, Motherboard, Vice, <https://tinyurl.com/msr4x8rp>

Gault, M., Koebler, J. (05/11/2021) *The iPhone 13 Screen Is a Repair Nightmare That Could Destroy Repair Shops Forever*, Motherboard, Vice, <https://tinyurl.com/u7cs9dd8>

Gault, M., Koebler, J. (17/11/2021) *Apple Will Tell You How to Fix iPhones, Sell Parts to the General Public*, Motherboard, Vice, <https://tinyurl.com/2p8hrw99>

Gwilliam, M. (16/08/2021) *This streamer has been live on Twitch for a year and has no plans on stopping*, Dexerto, <https://tinyurl.com/29uh3tkk>

Hance, J. (05/12/2011) *Camera Traps Emerge as Key Tool in Wildlife Research*, Yale Environment 360, <https://tinyurl.com/2x9ujhm>

Ho-mobile, *Mettiamo radici insieme*, <https://tinyurl.com/yx5a2vcv>

International Association for Public Participation, *IAP2 spectrum of public participation*, <https://tinyurl.com/nhfwr5z>

IBM (2020) *IBM and the environment report*, <https://tinyurl.com/mr2r4cfx>

IKEA Italia (2020) *Con IKEA, rendi il pianeta un posto migliore in cui vivere*, Youtube, <https://tinyurl.com/2p984anb>

Il Post (12/11/2021) *Quanto dobbiamo prendere sul serio il metaverso?*, <https://tinyurl.com/mry4u5uj>

Intel (2020) *Corporate responsibility at Intel*, <https://tinyurl.com/yckhw7wd>

ITS Rio (26/10/2018) *Computational Power: Automated Use of WhatsApp in the Elections*, <https://tinyurl.com/5928jdsy>

Jucetize (11/09/2021) *Legge di Moore*, <https://tinyurl.com/32ujuveh>

Kania-Lundholm, M. (2018) *Online disconnection and media refusal: toward an agenda for critical research*, XIX ISA World Congress of Sociology, Toronto, <https://tinyurl.com/2p94mrv3>

Kelly, K. (12/02/2019) *AR Will Spark the Next Big Tech Platform - Call It Mirrorworld*, Wired, <https://tinyurl.com/2p9ynbyw>

Kerbtier, *Beetle Fauna of Germany*, <https://tinyurl.com/tv7ukty3>

Koebler, J. (02/01/2019) *Tim Cook to Investors: People Bought Fewer New iPhones Because They Repaired Their Old Ones*, Motherboard, Vice, <https://tinyurl.com/2sb564na>

La Repubblica (16/04/2020) *Coronavirus, inquinamento calato del 45% a Madrid, Roma e Milano. Del 54% a Parigi*, <https://tinyurl.com/5aab7j9>;

La Stampa (29/02/2020) *Coronavirus, le immagini della Nasa mostrano la riduzione dell'inquinamento in Cina per la crisi economica e produttiva*, <https://tinyurl.com/ewnr87c>

Linvega (2021) *A holistic approach to computing and sustainability inspired from permaculture*, <https://tinyurl.com/byfnv2w6>

Mac History, *1984 Apple's Macintosh commercial (HD)*, Youtube
<https://tinyurl.com/yeykm2mv>

Mastini, R. (22/12/2020): <https://tinyurl.com/382c428e>

Menichini, R. (04/11/2021) *Facebook, cresce il negazionismo climatico: centinaia di post tra complottisti e ultradestra*, La Repubblica, <https://tinyurl.com/yckud4zb>

MID, *2025 Strategia per l'innovazione tecnologica e la digitalizzazione del Paese*,
<https://tinyurl.com/4ekt666x>

Ministero della Transizione Ecologica (07/07/2016) *L'accesso alle informazioni ambientali*, <https://tinyurl.com/5yt48xb4>

MIUR, *Esempi tracce prove scritte*, <https://tinyurl.com/brn8fkh9>

Murgese, E. (29/04/2020) *Allevamenti intensivi, polveri sottili e Covid-19*, Greenpeace,
<https://tinyurl.com/fuyb9n3r>

Nebbia, G. (1999) *Per una definizione di storia dell'ambiente*, Ecologia politica CNS - rivista telematica di politica e cultura, 3, <https://tinyurl.com/5xbu9hfu>

New communication technology (19/08/2013) *The history of mobile phone's*,
<https://tinyurl.com/2p8b6kss>

OED, *Word of the Year: FAQs*, <https://tinyurl.com/msr4vh92>

People's Planet Project, Home page, <https://tinyurl.com/2543sazy>

People's Planet Project, *Our theory of change*, <https://tinyurl.com/2p8he2fz>

Razzi, M. (24/04/2008) *Repubblica, la storia in un clic. Online l'archivio gratuito dal 1984*, La Repubblica, <https://tinyurl.com/44xxvvtf>

Refurbed, *Per il nostro ambiente*, <https://tinyurl.com/2ex26zy9>

Reggiani, R. (13/01/2019) *Wood Wide Web, la rete sotterranea che collega e fa parlare gli alberi tra loro*, AGI, <https://tinyurl.com/vtbjw3jc>

Rizzoli, *La rete della vita. Fritjof Capra*, <https://tinyurl.com/3z9pvt76>

Roach, J. (14/09/2020) *Microsoft finds underwater datacenters are reliable, practical and use energy sustainably*, Microsoft Innovation Stories, <https://tinyurl.com/y5345rkc>

Romana Bruno, C. (29/04/2021) *Il sorpasso del vinile, dopo 30 anni incassa più dei cd: "Così la musica diventa un rito"*, La Repubblica, <https://tinyurl.com/ycxuhvz6>

Sabelli, C. (15/01/2021) *Disparità di genere nelle università italiane: c'è ancora molto da fare*, Scienza in rete, <https://tinyurl.com/mrm3k77t>

Sky, *Sky Wifi e Jude Law: insieme per la fibra di Sky*, Youtube, <https://tinyurl.com/bdh3kbjd>

Statista, *Number of smartphones sold to end users worldwide from 2007 to 2021*, <https://tinyurl.com/2ssnyydm>

StopFundingHeat (2021), *In denial - Facebook's growing friendship with climate misinformation*, <https://tinyurl.com/mejjhtem>

ThinkBeforePrinting, *Save trees, save paper*, <https://tinyurl.com/5n78de4c>

Treccani, *Analogico*, <https://tinyurl.com/2p92ms6c>

Treccani, *Ecologia*, <https://tinyurl.com/2m6ppv2f>

TheBugglesVEVO, *Video Killed the Radio Star (Official Music Video)*, Youtube, <https://tinyurl.com/yc22vam7>

ThingLink, *Clone of "How Has Technology Evolved Over Time?"*, <https://tinyurl.com/37narwkh>

Vocabolario Etimologico della Lingua Italiana, *Analogo*, <https://tinyurl.com/yckskr4t>

Wa-Tor, *A population dynamics simulation devised by A.K. Dewdney*, <https://tinyurl.com/449jfeac>

Wikipedia, *ENIAC*, <https://tinyurl.com/2yd44svb>

ALLEGATI

Allegato 1 – Dataset prove esame di Stato

<https://1drv.ms/x/s!AtbIsaXeIjrag2mTGbJdhRZZIMGD?e=J7v3Ud>

Allegato 2 – Dataset web profiling Repubblica

<https://1drv.ms/x/s!AtbIsaXeIjrag2wxRZvabgCqfxH5?e=9dNvBb>