

25 Novembre 2015

Dal biotech alla smart city. Naturale, artificiale o semplicemente umano?

Carlo Soave

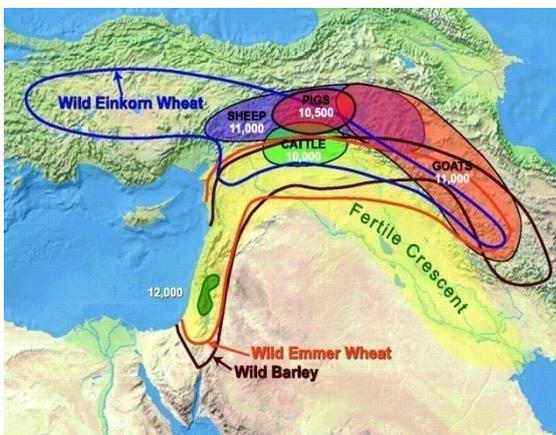
"Forse s'avessi io l'ale da volar su le nubi; e noverar le stelle ad una ad una; o come il tuono errar di giogo in giogo;" cioè se avessi la tecnologia? *"Più felice sarei, dolce mia greggia, più felice sarei, candida luna"*? (G. Leopardi, Canto notturno di un pastore errante dell'Asia). Io rispondo di sì, io sarei più felice. Sarei più felice di avere un treno ad alta velocità che porta a Roma, sarei più felice di avere gli antibiotici, sarei più felice..... Una seconda citazione è di Hannah Arendt (carteggio Arendt- Jaspers, 1985).. *"Che cosa sia veramente il male oggi non lo so. Ma mi sembra che abbia a che fare con la riduzione di uomini in quanto uomini, ad esseri assolutamente superflui. Il che significa non affermare la loro superfluità, nel considerarli come mezzi da utilizzare, ciò che lascerebbe intatta la loro natura umana; bensì rendere superflua la loro qualità stessa di uomini."* Questo è il punto, la questione in gioco, quando si parla di naturale/artificiale: cos'è l'identità umana, la qualità umana? Questa è la domanda di fondo di fronte alle potenzialità di una tecnologia che sembra non avere alcun limite, ma è una domanda cui non possiamo rispondere astrattamente, ma dobbiamo provare a rispondere con un racconto, una narrazione dei fatti che ci hanno generato, che ci generano oggi e, sulla base di questo lavoro, non solo rispondere alla domanda "chi io sono", ma anche "cosa voglio diventare"? Per questo motivo vorrei oggi raccontare quello che è stato il percorso umano, su un evento tecnologico decisivo per l'evoluzione umana: l'invenzione dell'agricoltura con la domesticazione delle piante e i suoi successivi sviluppi fino agli OGM di oggi.

Noi uomini moderni che popoliamo tutto il pianeta siamo una specie, biologicamente parlando, giovanissima, iniziata intorno a 200.000 anni fa da nostri antenati che vivevano, vagabondando nell'Africa sud-orientale, in piccoli gruppi di nomadi cacciatori e raccoglitori, esposti ai capricci del clima, dell'ambiente e delle specie concorrenti (predatori e, non escluse, anche altre specie di *Homo*). Siamo anche una specie profondamente omogenea dal punto di vista genetico (ci sono meno differenze nel DNA di due uomini moderni presi a caso, ad esempio un indonesiano e uno svedese, che tra due scimpanzé che vivono nella stessa foresta africana) e che manifesta anche una profonda unità e fermezza psichica che attraversa le diverse culture (di fronte ai dilemmi morali la larga maggioranza degli uomini arriva alla stessa decisione, anche se l'articolazione del perché della decisione è molto varia). Come mai? Tutto ciò dipende in parte dal fatto che noi uomini moderni siamo discendenti di un gruppo (si stima non più di 1000 individui) di nomadi con una spiccata tendenza alla mobilità. Intorno a 60000 anni fa i nostri antenati si erano già diffusi dalle zone di origine dell'Africa australe fino al nord dell'Africa e da qui un piccolo gruppo è migrato verso est, lungo la fascia costiera, occupando le aree del Vicino Oriente. Questo gruppo è andato incontro a una incredibile espansione demografica e geografica: in poco meno di 20000 anni si è diffuso in Asia, Indonesia, Australia, Europa, è rientrato in Africa e qualche millennio dopo (intorno a 15000 anni fa) i suoi discendenti hanno anche attraversato lo stretto di Bering e occupato il nord e il sud America. Cosa c'era di particolare in questo piccolo gruppo di fondatori che ha permesso loro di moltiplicarsi e diffondersi in tutto il pianeta soppiantando altri ceppi di *Homo* che già occupavano l'Eurasia come per esempio i neandertaliani e i giavanesi? Non lo sappiamo con certezza, sicuramente i fattori causali devono essere stati molti, ivi comprese tutte le contingenze imprevedibili di cui è punteggiata la storia, ma certamente questi nostri antenati dovevano



Cacciatori e raccoglitori. Pitture rupestri da Cueva de los cavallo ,Spagna e Tassili n'Ajjer, Algeria

possedere una capacità particolare, la capacità di interagire in modo positivo con l'ambiente: guardavano con attenzione ciò che avveniva spontaneamente in natura, cercavano di comprenderla, interpretarla, modificarla in modo da trarne benefici. E' da questa attitudine che è nata, millenni dopo l'uscita dall'Africa, la più grande invenzione dell'umanità, l'agricoltura, che ha reso stanziali i gruppi nomadi, ha dato origine ai villaggi, ha promosso lo sviluppo di nuova tecnologia, ha prodotto eccedenze di cibo: è stato l'inizio della civiltà come noi la conosciamo. Non è stato un passaggio istantaneo, ma piuttosto un avvicendamento graduale, avvenuto in tempi successivi, e in modo indipendente l'uno dall'altro, in diverse aree del globo. I primi ad arrivarci sono stati gli abitanti della Mezzaluna fertile, un'area nel Medio Oriente che forma un arco che sale verso nord da Israele attraverso la Siria fino alla Turchia e poi scende verso l'Iraq e l'Iran racchiusa dal Mar Mediterraneo a ovest, dai monti Zagros a est e dalla catena del Tauro a nord.



La mezzaluna fertile.

Siamo alla fine dell'ultima glaciazione (la glaciazione di Würm, 12000 anni fa) che per più di 100000 anni aveva coperto gran parte dell'Eurasia con i ghiacci e, a seguito dell'aumento della temperatura, le pianure e gli altipiani della regione si ricoprivano di distese erbose dove crescevano spontaneamente graminacee e leguminose selvatiche (frumento, orzo, piselli lenticchie, ceci...) e l'area era popolata da animali selvatici (capre, pecore, bovini, gazzelle, cervi, cinghiali...). L'ambiente forniva quindi abbondanti risorse alimentari e i nostri nomadi potevano permettersi anche uno stile di vita semisedentario: invece che cacciatori-raccoglitori opportunisti che si spostano in continuazione nutrendosi di ciò che trovano lungo il cammino possono fermarsi e sfruttare sistematicamente le risorse presenti sul territorio, creando rifugi temporanei e depositi scavati nel terreno per conservare almeno temporaneamente ciò che trovano. E' proprio la sistematicità di esplorazione dello stesso territorio per un tempo prolungato, insieme all'osservazione attenta della natura, che fa scattare la scintilla. Le piante raccolte infatti sono piante selvatiche e si comportano come tali. A maturità disperdono i semi nell'ambiente in quanto questo carattere è fondamentale per la sopravvivenza allo stato selvatico: se i semi restano sulla spiga o nel baccello e non cadono a terra, non è possibile la successiva germinazione. Inoltre i semi devono essere dispersi nell'ambiente in modo da colonizzare aree distanti dalla pianta madre, altrimenti

nella stagione successiva crescerebbero tante piantine talmente addensate una all'altra che si ostacolerebbero impedendo lo sviluppo. Infine non è detto che la stagione successiva sia una stagione favorevole alla crescita delle nuove piante: una stagione fredda o molto piovosa, o molto secca potrebbe essere fatale per la crescita. E' opportuno allora che i semi prodotti, una volta caduti a terra e dispersi nell'ambiente, non germinino tutti nello stesso tempo e magari restino dormienti fino all'anno successivo. Molto meglio una germinazione scalare, scaglionata nel tempo: se i primi semi che germinano incontrano una stagione sfavorevole non è grave, essi moriranno, ma altri semi che germinano più avanti nella stagione possono essere più fortunati e di conseguenza la sopravvivenza della pianta (e della specie) è assicurata. Per uno che vuol fare il contadino questi caratteri sono assolutamente negativi: si va nel campo e si trovano tutti i semi per terra. Ma di tanto in tanto, si trova qualche pianta che, a seguito di una mutazione genetica spontanea, non lascia cadere a terra i semi.



Riso selvatico a sinistra e riso domesticato a destra.

Per la pianta selvatica è una rovina, perché non potrebbe riprodursi, la selezione naturale la spazzerebbe via, ma è qui che il nostro antenato la vede e dice: "Ah, questa mi interessa, tiene i semi sulla spiga!". E cosa fa: raccoglie quei semi, ma non li mangia, li mette via, li conserva e l'anno successivo li semina e prova a vedere se si mantiene il carattere. Qui comincia la domesticazione e la coltivazione, perché da quei semi tenuti da parte nascono piante dipendenti dall'uomo per la sopravvivenza, ma noi diventiamo dipendenti da loro per procurarci il cibo. E' l'inizio di una nuova tecnologia, l'agricoltura, che fa emergere la nostra caratteristica unica: noi uomini non abbiamo grandi capacità dal punto di vista fisico, uno scimpanzé è molto meglio, ma siamo capaci di fare progetti, inventare tecnologia: non si dà umano senza tecnica. Per cui la domesticazione delle piante, come degli animali, l'allevamento e la coltivazione sono la dimostrazione dell'emergere del fattore umano, della qualità umana. E la domesticazione delle piante è solo l'inizio di una lunghissima storia di innovazioni tecnologiche che coinvolgono tutte le comunità preistoriche, dalla Mezzaluna fertile nel medio oriente, al delta dello Yangtze in Cina, agli altopiani messicani e andini in centro e sud America. Tutte le piante coltivate sono andate incontro nel tempo a profondi cambiamenti rispetto alle originali selvatiche, cambiamenti operati dall'uomo mediante la selezione delle varietà più produttive. Si veda ad esempio il progressivo incremento delle dimensioni della spiga dal "teosinte", antenato selvatico del mais, al granoturco (il nome nostrano del mais) di oggi, oppure le dimensioni della bacca del pomodoro selvatico rispetto a quello oggi coltivato.

Sono "naturali" le spighe attuali di granoturco o le bacche dei pomodori che acquistiamo al mercato? Assolutamente no! In natura, senza le cure dell'agricoltore, le piante che producono queste spighe o bacche non sopravviverebbero un solo anno in quanto non riuscirebbero a disperdere i semi. Sono tutte piante "coltivate", frutto di secoli e secoli di interventi dell'uomo per aumentarne la produttività, ridurne i componenti tossici, difenderle dagli agenti patogeni, modificandone, inconsapevolmente, il loro corredo genetico.



Ma con quali tecnologie è stato possibile operare questi cambiamenti? Per molti secoli ad ogni raccolto si mettevano da parte le spighe migliori, i semi più grandi per utilizzarli nella semina successiva: è la selezione massale, una tecnologia semplice ma efficace che ha permesso l'incremento produttivo di tutte le piante coltivate. Ma ci sono state anche accelerazioni dovute a progressi nelle conoscenze, in particolare la genetica moderna basata sulle leggi di Mendel che ha dimostrato che i geni sono alla base di molti caratteri ereditari e ha introdotto nel miglioramento delle piante coltivate l'impiego degli incroci. Nei primi anni del secolo scorso, la produttività del frumento era ancora intorno a 10 quintali per ettaro e questo perché le varietà di frumento coltivato erano varietà a taglia alta, cioè piante alte più di un metro che, se fertilizzate con azoto, allettavano, cioè la pianta diventava ancora più alta e finiva per cadere a terra. Conseguenza: non si poteva fertilizzare più che tanto e la produttività restava bassa. L'idea vincente è stata quella di un nostro connazionale, Nazareno Strampelli (1866-1942) che incrociò una nostra varietà con una varietà di frumento giapponese che portava geni di nanismo. Furono creati così frumenti a taglia bassa che potevano essere fertilizzati e la produttività passò subito da 9 a 14 quintali ettaro e progressivamente fino ai 70-80 quintali ettaro attuali. L'idea fu estesa anche ad altre piante coltivate e, insieme ad altri miglioramenti, è alla base della rivoluzione verde per la quale Borlaugh prese il premio Nobel per la pace nel 1970. Non sempre però la tecnica dell'incrocio può essere utilizzata in modo efficace. Consideriamo ad esempio le bellissime varietà di mele che oggi produciamo. Queste mele sono esposte ad essere colpite da un fungo, la *Venturia inaequalis*, che provoca la ticchiolatura del frutto e rende le mele ben poco attraenti, per cui si devono trattare le piante con numerose applicazioni di fungicidi.



Ticchiolatura del melo.

Ma c'è un'altra possibilità: esiste una varietà selvatica di melo, il *Malus floribunda*, resistente alla *Venturia* in quanto contiene nel suo corredo genetico un gene che conferisce resistenza al fungo. Operando l'incrocio tra questo melo selvatico e una delle varietà attuali di melo si potrebbe ottenere un ibrido resistente al fungo, ma ovviamente questo ibrido non avrebbe più le caratteristiche qualitative delle mele attuali e di conseguenza non avrebbe valore commerciale. Solo dopo ripetuti cicli di incrocio potrei ottenere una varietà di melo di ottima qualità e resistente al fungo,

un'operazione che richiede molti anni per giungere a compimento. Alternativamente, se conosco il gene, cioè la sequenza di DNA, del *Malus floribunda* che conferisce resistenza alla *Venturia*, potrei isolare questo frammento di DNA, inserirlo nella varietà di melo attuale rendendola resistente alla malattia senza modificarne la qualità: una procedura che con le tecniche attuali richiede non più di due-tre anni. Ma questa è una nuova tecnologia, è la tecnologia del trasferimento da organismo ad organismo di geni, una tecnologia che produce organismi geneticamente modificati (OGM). Ma, dato che in natura il trasferimento di geni da organismo ad organismo anche di diversa specie, è un evento che avviene con una certa frequenza (i microorganismi scambiano di continuo tra loro materiale genetico, il 30% del nostro genoma umano è costituito da frammenti di sequenze di DNA virale derivato da infezioni che hanno colpito i nostri antenati nel passato), occorre dare una definizione specifica di questa tecnologia.

Cos'è allora un OGM? È un organismo che contiene una modificazione genetica ottenuta mediante l'impiego delle seguenti tecniche :

- tecniche di ricombinazione del DNA che comportano la formazione di nuovo materiale genetico mediante inserimento in un vettore (virus, plasmide ecc.) di DNA prodotto con qualsiasi mezzo all'esterno dell'organismo.
- tecniche che comportano l'introduzione diretta in un organismo di DNA preparato all'esterno mediante microiniezione.
- tecniche di fusione cellulare utilizzando metodi non naturali.

Da questa definizione si deduce che è il modo con il quale si produce la modificazione genetica ciò che conta ai fini della definizione di OGM, non la qualità o il valore del prodotto che si ottiene. Possiamo fare un esempio tratto da un caso effettivamente avvenuto. Negli Stati Uniti il Kansas viene chiamato lo Stato dei girasoli perché vi crescono moltissimi girasoli selvatici che infestano i campi coltivati. Un agricoltore che utilizzava un erbicida per liberare i suoi campi di soia dai girasoli selvatici notò nel 1996 una pianta di girasole selvatico resistente all'erbicida. Questa pianta fu analizzata da un team di ricercatori scoprendo che il motivo della resistenza era dovuto ad una mutazione spontanea nel DNA tale per cui l'enzima codificato dal gene mutato era diventato insensibile all'erbicida e si erano quindi generati dei girasoli resistenti all'erbicida. Attualmente questi girasoli sono coltivati in tutto il mondo. Pochi anni dopo, nel 2003, è stata introdotta in girasole e soia, con le tecniche del DNA ricombinante, la stessa mutazione generando quindi piante OGM. Qual'è la conseguenza? Se la legislazione di uno stato proibisce la coltivazione di piante OGM, il mutante spontaneo si può coltivare, quello invece prodotto con le tecniche del DNA ricombinante, no, in quanto rientra nella definizione di OGM. Ma la modificazione genetica è la stessa e identica è la resistenza all'erbicida: è il metodo usato che fa la differenza.

Le tecnologie per fare gli OGM sono in continua evoluzione: dal primo report del 1983, pubblicato sulla rivista scientifica *Nature* (Expression of chimaeric genes transferred into plant cells using a Ti-plasmid-derived *Nature* **303**, 209 – 213,1983) che utilizzava, come vettore per introdurre nella pianta ospite il DNA esogeno, il plasmide Ti del batterio *Agrobacterium tumefaciens* (un microorganismo che naturalmente produce OGM, come avvenuto per esempio fin da 2000 anni fa con la *Ipomoea batatas*, la patata dolce), oggi la tecnologia del "genome editing" è la punta più avanzata delle modificazioni genetiche nelle piante come negli animali, uomo compreso. Attualmente noi siamo nella condizione che con le nostre tecnologie possiamo modificare qualunque gene vogliamo.

Ma, per quanto riguarda le piante OGM, chi ne decide la coltivazione e la commercializzazione? Dal punto di vista istituzionale l'EFSA (European Food Safety Authority con sede a Parma) ha il compito di fornire alla Commissione e Parlamento Europeo la consulenza scientifica sulla sicurezza alimentare dei prodotti coltivati per uso alimentare. Sulla base del parere dell'EFSA, l'UE decide quali piante OGM (e prodotti derivati) possono essere coltivati in Europa. La direttiva europea però prevede che ogni nazione membro UE possa esercitare l'opzione "opting out" cioè vietare sul suo territorio la coltivazione di un OGM approvato dalla Commissione europea. L'Italia ha esercitato

l'opzione di opting out il 2 ottobre del 2015 e di conseguenza noi non possiamo coltivare piante OGM. Non possiamo coltivarle, ma possiamo importarle: tutta la soia e metà del mais che utilizziamo per allevare maiali, bovini, eccetera, è tutto d'importazione, ed è tutto OGM. Quindi più dell'80% dei mangimi che noi utilizziamo per allevare per animali contiene mais e soia OGM.

Ma, a parte la soia e il granturco OGM utilizzato per alimentazione animale, quali sono gli obiettivi di miglioramento delle piante coltivate che si vogliono raggiungere con le tecnologie OGM? Un obiettivo primario è il valore nutrizionale del cibo in particolare per alcune carenze come la carenza di vitamina A che è causa di xeroftalmia e cecità in molte popolazioni povere in India e Africa, carenza dovuta al fatto che il riso che rappresenta la principale fonte alimentare, è privo di carotenoidi che sono il precursore della vitamina A. Mediante tecnologia OGM è possibile produrre un riso (il golden rice) ricco di carotenoidi che previene di conseguenza l'insorgenza della xeroftalmia.



Riso OGM ricco di carotenoidi (a sinistra) e riso tradizionale (a destra).

Oltre al valore nutrizionale, altri obiettivi riguardano la possibilità di avere piante che resistono alla siccità e che quindi possono essere coltivate anche nelle zone aride del pianeta. L'inserimento, mediante tecnologia OGM, di geni di resistenza derivati da specie vegetali che crescono in ambienti aridi permette di ottenere piante coltivate resistenti alla siccità.



Piante OGM di *Arabidopsis thaliana* resistenti alla siccità (a destra) rispetto alla varietà non OGM (a sinistra).

Ma qual è il problema principale? Il problema principale è l'incremento demografico: oggi sulla terra ci sono 7 miliardi di uomini e nel 2050 si prevede saremo 10 miliardi. Ci sarà cibo per tutti e terra coltivabile sufficiente per produrre cibo per tutti? Gli ettari coltivabili sulla terra sono 1,5 miliardi e non potremo aumentarli in modo significativo senza distruggere foreste e provocare danni ecologici irreversibili, il che significa che con la superficie arabile attuale, quando saremo dieci miliardi, ciascuno di noi avrà a disposizione, per produrre cibo, circa un quinto di ettaro di terreno coltivabile. Potrebbe essere sufficiente a patto che questo cibo sia uniformemente distribuito, non

come avviene ora quando esiste una grande sproporzione tra quanto mangia in una settimana una famiglia di un paese sviluppato rispetto a quella di un paese sottosviluppato.



Il cibo di una settimana per una famiglia occidentale ed una del Chad.

Oggi inoltre ci sono sul pianeta 1,5 miliardi di persone obese o sovrappeso di fronte a 870 milioni di persone che soffrono la fame: c'è quindi un grande problema di equa distribuzione delle risorse. Ciononostante non si può sottovalutare la necessità di produrre più cibo per unità di ettaro coltivabile con meno fertilizzanti, meno diserbanti, meno scarto, miglior valore nutrizionale ecc. Può essere la tecnologia, la tecnoscienza la soluzione? A mio parere no, senza una nuova cultura non individualistica e non consumistica. Cioè la questione della tecnica non può essere mai disgiunta dal soggetto e da come il soggetto si pensa, cioè dalla qualità umana. Bisogna sempre ricordare il significato della parola “coltivare” che non è solo quello di “fare crescere le piante”, ma deriva dal latino *colere*, “aver cura”, “prestare servizio”. Questa è la parola da tenere sempre insieme a tecnologia, tenendo conto che la tecnologia non si ferma, continua a crescere perché è proprio dell'umano la capacità di produrre continuamente nuova tecnologia. Non c'è modo di fermare questa tendenza, non c'è modo di impedire all'uomo di utilizzare una nuova tecnologia che ha inventato proprio perché non c'è sviluppo tecnologico senza che ci sia il soggetto umano che lo produce. La domanda vera quindi è: chi siamo e cosa vogliamo diventare? E a questa domanda la tecnologia non può rispondere.

Per approfondire

D. Bressanini, B. Mautino, *Contro natura*, Rizzoli 2015

J. Diamond, *Armi, acciaio, malattie*, Einaudi 1998

A. Saltini, *I semi della civiltà*, Avenue media 1996

AA.VV, *Naturale, artificiale, coltivato*, Euresis 2013

S. Baima, G. Morelli, *Dai geni ai semi*, INRAN 2010