



ISSN: 2038-3282

Publicato a: Ottobre 2017

©Tutti i diritti riservati. Tutti gli articoli possono essere riprodotti con l'unica condizione di mettere in evidenza che il testo riprodotto è tratto da www.qtimes.it

Registrazione Tribunale di Frosinone N. 564/09 VG

Does germ-line therapy harm to future generations?

La terapia della linea germinale: l'argomento etico delle generazioni future

di Marco Tuono

Dipartimento di Filosofia e Beni Culturali

Università "Ca' Foscari" di Venezia

tuono@unive.it

Abstract

In performing germline therapy, looking from the topic of the ethical problems connected to our modal duties related to future generations our conclusion is that the refusal of applying the engineering technique in attempt to treat genetic diseases is not acceptable. A prohibition of this kind consists in an oversimplification because it can be founded only on a deterministic (once referred to individuals) and static (referred instead to the species) idea of the DNA.

Keywords: bioethics, germ-line therapy, future generations, genetic diseases.

Abstract

La terapia della linea germinale, indagata a partire dall'ottica delle "generazioni future" non presenta particolari problematiche di carattere etico: sostenere il contrario significa riferirsi ad una concezione semplicistica, in quanto deterministica (guardando agli individui) e statica (considerando le specie) di che cosa sia il DNA.

Parole chiave: bioetica, terapia della linea germinale, generazioni future, malattie genetiche.

Introduzione

Il presente articolo si propone di valutare se, attraverso la terapia della linea germinale, si costituisca una qualche forma di danno nei confronti delle "generazioni future". Per poter stabilire ciò occorre, anzitutto, procedere a definire i termini in questione: in merito alla terapia della linea germinale, dovremo considerare le tipologie che rientrano in questa definizione. Questo momento preparatorio ci servirà in fase di giudizio etico, per esprimere il quale dovremmo rispondere alla seguente domanda: la terapia della linea germinale rappresenta un qualcosa di unico, un intervento inedito, oppure tale pratica può essere avvicinata ad altre modalità di cura (o, comunque, di comportamento)? Successivamente, l'attenzione si sposterà alle generazioni future, andando ad indagare le ricadute che potrebbero esservi a seguito dell'applicazione della terapia della linea germinale. Si noti come la terapia della linea germinale costituisce per la bioetica un terreno di grande interesse, in quanto rientra nel ventaglio di tematiche nelle quali si deve valutare la componente di rischio - e qui il fattore della prevedibilità del rischio diventa centrale: la domanda sul carattere inedito della terapia della linea germinale parte anche da qui.

Per fornire una definizione generale di che cosa sia la terapia della linea germinale, occorre dire che in essa vi è l'applicazione dell'ingegneria genetica (ad esseri umani ed animali); la finalità di tale intervento è la cura di malattie genetiche attraverso la correzione di un gene difettoso o l'inserimento, nel patrimonio genetico di un individuo, di un gene mancante. Vi sono due tipologie di terapia genetica: la prima è la terapia somatica (il cui obiettivo è la modificazione del DNA di cellule adulte che appartengono ad uno specifico tessuto, per es. il midollo osseo). Dobbiamo precisare che questa modificazione pone in essere delle conseguenze solamente per quanto attiene all'individuo adulto (e, dunque, non sono trasferibili alla discendenza); al contrario, per il tramite della terapia della linea germinale, si hanno dei cambiamenti ereditari. Infatti, quando viene effettuata la terapia della linea germinale, per curare o prevenire l'esordio di una malattia genetica, tutte le cellule dell'organismo sono egualmente destinatarie dell'intervento - e quindi gli stessi gameti, con il risultato che la modificazione cercata sarà trasmessa alla discendenza.¹ Eccoci, dunque, di fronte alla ragione per la quale la terapia della linea germinale richiede un surplus di indagine etica: se la terapia somatica e la terapia della linea germinale convergono in riferimento all'obiettivo ultimo della cura delle malattie genetiche, vi è, tra le due, una notevole differenza per le conseguenze che ciascuna esprime.

Proprio guardando a dette conseguenze, comincia a delinearsi l'analisi etica: anche prendendo in considerazione la sua applicazione agli esseri umani, la terapia somatica non solleva delle particolari problematiche di carattere etico. Le sue conseguenze, infatti, coinvolgono - come abbiamo visto - il solo organismo oggetto di intervento, e, quindi, l'unica domanda etica da porre è ora quella che analizza il consenso informato della persona. Non vi è dell'altro, oltre ad una valutazione di questo tipo. La terapia della linea germinale, invece, è fonte di un'interrogazione decisamente maggiore² - oltre che centrale per la categoria del rischio, infatti, tale tematica è rappresentativa del ruolo rivestito dalle interazioni tra le generazioni per la stessa bioetica.

¹ T.O. Nielsen, "Human germ-line germ therapy" *MJM* 1997; (3), pp. 126-132.

² K.R. Smith, "'Gene' therapy: 'theoretical' and 'bioethical' concepts", *Archives of Medical Research*, 2003; 34(4), pp. 247-268.

Le generazioni future

L'analisi etica inerente la terapia della linea germinale non può evitare di focalizzarsi sull'impatto che questo trattamento verrebbe a configurare sulle generazioni future.³ Una prima linea di indagine sottolinea la circostanza che le generazioni future non possono fornire un parere quanto alla modificazione di cui sarebbero oggetto: non vi è, infatti, per loro alcuna modalità di esprimere l'equivalente di un consenso informato (il quale, del resto, configurerebbe lo strano irrocervo di un consenso informato retroattivo attinente al genoma alterato). Eppure, questo argomentare, pensiamo, non può costituire l'argomento dirimente al quesito che chiede se vi sia un vero e proprio diritto ad ereditare un patrimonio genetico non modificato.

L'espressione "generazioni future" comprende due ambiti distinti: da un lato, vi rientrano gli individui, e, dall'altro, abbiamo a che fare con le specie. La distinzione che considera le generazioni future nell'ottica dei singoli individui oppure, secondo un'interpretazione allargata, in quella delle specie (al plurale, si noti) rappresenta uno snodo decisivo della nostra indagine. Dobbiamo, infatti, riconoscere che la caratteristica dell'identità trova una sua applicazione solamente se riferita agli individui: ogni individuo possiede un'identità corporea, alla quale corrisponde, altresì, un'identità numerica ed, infine - elemento, questo, discriminante ai fini delle nostre considerazioni -, un'identità personale. La specie (al singolare), invece, non è portatrice di alcuna identità: essa costituisce, infatti, un'astrazione o, come è stato opportunamente rilevato, un processo aperto.⁴ A partire da quest'ultimo rilievo dobbiamo riconoscere che, nel ventaglio di considerazioni etiche riguardanti le specie non può, quindi, rientrare quella che vorrebbe la preservazione di una loro - presunta - identità intrinseca. E non è certo difficile ravvisare quanto, oggi, le identità delle specie siano sempre più umbratili: le capacità di intervento dell'essere umano nei confronti della natura hanno, tra le ricadute, quella della stessa negoziazione dei confini tra le specie. Le specie vengono così ad assumere un'identità solamente di carattere derivato; niente di intrinseco, quindi. Non manca chi, tuttavia, ritiene che la natura, nel suo insieme, sia portatrice di una identità olistica, e che, quindi, questa debba essere preservata nei confronti dell'intervento umano.⁵ In quest'ottica, la questione etica diviene quella che valuta l'appropriatezza di interferire con il corso stesso della natura: da parte nostra, giudichiamo troppo esigente una posizione di questo tipo: ci pare, infatti, che per l'uomo odierno sia sostanzialmente impossibile astenersi dal configurare comportamenti che vanno ad incidere sulla natura stessa. Viene chiesto qui un obiettivo etico cui non è, in alcun modo, possibile conformarsi; né, del resto, risulterebbe possibile invertire il cammino intrapreso.

La valutazione etica della terapia della linea germinale viene così ad avere a che fare, di fatto, con due soggettività: da un lato, abbiamo gli individui attuali, in carne ed ossa, mentre, dall'altro, non possiamo non richiamare quel filo rosso che unisce gli individui attraverso il tempo - ovvero, la specie e le generazioni future. Si tratta, dunque, di valutare se vi sia un diritto ad avere un patrimonio genetico non modificato: e le considerazioni etiche devono qui abbracciare, appunto, due soggetti. Non manca chi ritiene esservi - tanto per l'individuo che per la specie - qualcosa come

3 M.S. Frankel; A.R. Chapman, *Human inheritable genetic modifications: assessing scientific, ethical, religious, and policy issues*, Washington 2000.

4 R. Twine, "Thinking across species – a critical bioethics approach to enhancement", *Theor Med Bioeth.*, 2007; 28(6), pp. 509-523.

5 H. Jonas, *Das Prinzip Verantwortung*, Insel, Frankfurt a. M. 1979, tr. it. *Il principio responsabilità. Un'etica per la civiltà tecnologica*, Einaudi, Torino 1993; Id., *Dem bösen Ende näher. Gespräche über das Verhältnis des Menschen zur Natur*, Suhrkamp, Frankfurt a. M. 1993. Inoltre, si veda J. Habermas, *Die Zukunft der menschlichen Natur. Auf dem Weg zu einer liberalen Eugenetik?*, Suhrkamp, Frankfurt a. M. 2001, tr. it. *Il futuro della natura umana. I rischi di una genetica liberale*, Einaudi, Torino 2002.

una struttura naturale:⁶ estendendo la portata di questo argomento rileviamo che detta struttura naturale risulta comune sia al piano ontogenetico che a quello filogenetico. Detto altrimenti, chi propone un divieto verso la terapia della linea germinale procede a partire da un doppio ordine di considerazioni - considerazioni che, però, in definitiva convergono. Il dogma di fondo è che il DNA debba rimanere inalterato: il che conduce in sede teorico-pratica, come abbiamo poc'anzi rilevato, al diritto ad una identità che non sia modificata. E qui tale identità raddoppia, per così dire, in quanto essa concerne sia l'identità del genoma (o personale) che quella propria della specie. Risulta massimamente importante comprendere quali teorizzazioni vadano a sostanziare il particolare diritto che prendiamo in esame, la componente di pensiero implicita che via via lo sostanzia. Vediamo: 1) il DNA determina l'individuo, con il corollario che l'individuo deve ciò che è, deve la sua conformazione presente, al proprio DNA. L'individuo è, in altri termini, espressione del DNA; 2) produrre delle modificazioni nelle specie significa interferire (dove qui la curvatura che il termine assume è completamente negativa) sulla natura.

Il "dogma" del DNA è le sue conseguenza per gli individui futuri

Perché il DNA dovrebbe essere un "dogma"? Anzitutto, chiariamo che questa espressione denota l'equivalenza piena che viene stabilita tra l'insieme dei geni di un individuo e la sua identità personale.⁷ Il DNA dispiega, in questo modo, un ruolo fondamentale nella stessa vita delle persone; un ragionamento di questo tipo non può che essere connotato come riduzionismo, per il quale le potenzialità di una persona sono già contenute nell'insieme dei geni di cui dispone. Seguendo questa linea di pensiero, abbiamo che le problematiche di carattere etico, sollevate dalla terapia della linea germinale, concernono in senso strettissimo l'identità personale. La terapia della linea germinale (oltre che chiamare in causa, come abbiamo avuto modo di dire, il coefficiente di rischio e le generazioni future) si presenta ora come una questione - anch'essa cruciale per la bioetica - di identità personale. Detto altrimenti, il focus è qui orientato sull'alternativa se una persona avente un patrimonio genetico modificato sia, o meno, una persona differente rispetto a quella che sarebbe stata se sul predecessore non fosse stato effettuato alcun intervento genico (o, il che è lo stesso, se detta persona "modificata" - la persona 2 - sia altra rispetto a quella nata "naturalmente"⁸ - la persona 1). Da parte nostra, ci sentiamo di affermare che, ritenere la persona 2 necessariamente dissimile rispetto alla persona 1 (che l'individuo avente un genoma alterato sia con ciò altro rispetto allo stesso individuo avente, questa volta un genoma "naturale"), significa sovrastimare il ruolo giocato dall'ereditarietà nella conformazione effettiva degli esseri umani.

Ecco che la domanda etica cruciale per il nostro lavoro viene, allora, ad essere quella che chiede in che relazione si trovi il DNA con la biografia degli individui. A partire da questo primo interrogativo, se ne generano a cascata. Per rispondervi occorre, infatti, in via preliminare considerare 1) che cosa sia il DNA e 2) quale ruolo esso possa dispiegare all'interno delle vite umane. Il principale imputato viene, quindi, ad essere quella versione teorica che risponde al nome di dogma del DNA (ovvero, l'equivalenza rigida tra l'individuo ed il suo genoma).

6 Cfr. *sopra* la nota precedente.

7 Cfr. R. Lewontin, *Biology as ideology: The doctrine of DNA*, Penguin, NY 1991.

8 T. Tännsjö, "Should we change the human genome?", *Theoretical Medicine and Bioethics* 1993; 14(3), pp. 231-247.

Il DNA è solo una molecola, non la "chiave della vita"

La posizione che stiamo analizzando può essere riassunta in questo modo: "il DNA" è l'impronta degli organismi".⁹ Occorre notare che detta teoria attribuisce al DNA delle caratteristiche che non sono certo quelle comunemente impiegate dagli scienziati per descrivere le molecole (perché di questo pur sempre si tratta); ecco che, in quest'ottica, il DNA viene ritenuto in possesso di quelle che sono delle caratterizzazioni tipiche degli organismi intelligenti. Questa molecola viene, quindi, a coincidere con una struttura intenzionale,¹⁰ la quale ha a disposizione un linguaggio ed, inoltre, è in grado di preservarsi - perpetrandosi nel corso del tempo.

Gli scienziati hanno così istituito un parallelismo tra il genoma ed il fenotipo individuale, il che ha permesso loro di "guadagnare" un livello teorico ulteriore (rispetto a quello, appunto, della mera analisi di una molecola). Nel far questo, essi sono giunti alla conclusione che l'intera gamma dei tratti di cui un organismo dispone fosse derivata direttamente dal DNA: ma per poter giustificare questo procedere, hanno dovuto assumere che il processo della sintesi proteica - fondamentale per lo sviluppo dell'organismo - sia direttamente dipendente dai geni di cui una persona è portatrice. Il fattore in grado di legare questi due momenti teorici (riassumendoli: il DNA all'origine del volto, per così dire, assunto dall'organismo ed il legame tra sintesi proteica e patrimonio genetico) va ravvisato nel concetto di "informazione genetica", grazie al quale la sintesi delle proteine è il processo all'interno del quale le informazioni contenute nei geni sono tradotte in una successione di aminoacidi. La premessa di questo discorso è, appunto, quella che intende il DNA in grado di avvalersi di uno specifico linguaggio; di conseguenza, l'organismo diviene l'interprete di tale linguaggio per la creazione delle proteine.

La prospettiva teorica in questione intende in modo decisamente differente l'organismo ed il DNA: al primo attribuisce un ruolo del tutto passivo, dove il ruolo attivo è attribuito al DNA. La metafora dell'impronta è qui adeguata nel descrivere la centralità del DNA quanto allo sviluppo degli organismi. Giunti a questo punto della nostra indagine, si tratta di considerare se questa interpretazione sia corretta - o se non sia, piuttosto, il risultato di presupposti erronei. La nostra tesi ritiene che il processo in esame (il quale conduce dal DNA alla creazione delle proteine) non è adeguatamente inteso per il tramite della metafora che sottende il ruolo attivo del DNA; detta teoria poggia, quindi, su dei presupposti, piuttosto che su delle spiegazioni.

Ecco che, invece del ruolo attivo che viene attribuito in letteratura al DNA, occorre considerare quest'ultimo in una posizione di dipendenza nei confronti delle proteine; infatti, il DNA non è direttamente implicato nel processo della sintesi delle proteine e, neppure, è in grado di riprodursi senza l'apporto delle proteine medesime.

Le considerazioni ora espresse ci conducono ad una conclusione provvisoria, attinente al solo piano degli individui. La terapia della linea germinale non comporta delle trasformazioni tali da ritenere compromessa, una volta per tutte, la sfera dell'identità personale dei soggetti coinvolti: e questo poiché i cambiamenti che possono intercorrere nell'identità personale non possono essere ritenuti provenire da un'unica fonte - come, invece, viene sancito dal dogma del DNA. L'apporto del DNA quanto alle vite delle persone viene, allora, drasticamente a ridimensionarsi: ora il DNA è riconosciuto come una delle fonti a partire dalle quali possono crearsi delle modificazioni, dei cambiamenti. Detto altrimenti, il DNA non può essere all'origine di ciò che gli individui sono: proprio guardando alla necessità, da parte del DNA medesimo di interagire con le proteine (per

9 T. Peters, *Playing God? Genetic determinism and human freedom*, Penguin NY 2002 (la trad. è nostra).

10 E.O. Wilson, *Sociobiology. The new synthesis* (1975), tr. it. *Sociobiologia. La nuova sintesi*, Zanichelli, Bologna, 1999, p. 3, cit. in U. Galimberti, *Psiche e techne. L'uomo nell'età della tecnica* (1999), Feltrinelli, Milano 2000, p. 153.

produrre determinati tratti), dev'essere riconosciuto, piuttosto, come una delle componenti all'opera all'interno di un complesso processo. E questo sia detto al netto della valutazione dei fattori ambientali - che certamente vi sono ed hanno, a loro volta, un peso decisivo.

Il DNA e le specie

Il ragionamento che, precedentemente, è stato svolto con riferimento all'individuo, può essere, altresì, riportato alle specie; in altri termini, continuando a prendere in esame il dogma del DNA, le differenti specie avrebbero una "linea germinale" allo stesso modo degli individui. Anche in questo caso, non possiamo non riproporre l'argomentazione che abbiamo espresso in riferimento al piano degli individui. In merito alla considerazione etica della terapia della linea germinale - applicata, appunto, ad individui umani - sostenevamo non potersi accompagnare a tale modalità di cura un rischio riferibile alla mancanza di libertà per le persone nate con un patrimonio genetico modificato. Chi pensasse questo, d'altro canto, farebbe propria una concezione deterministica e della biologia e, nello specifico, della genetica. Ebbene, un ragionamento analogo dev'essere riproposto per quanto concerne le specie. Vediamo meglio: dobbiamo osservare che, dall'angolatura visuale corrispondente alla specie, lo stesso patrimonio genetico non può che essere considerato come un'astrazione (come un'astrazione è, del resto, la stessa specie). A causa del suo dinamismo interno, infatti, il processo evolutivo è sostanzialmente indisponibile - e, quindi, delle modificazioni del DNA non fanno venir meno la libertà individuale. Anche qui occorre ripetere che leggere gli interventi sul genoma nell'ottica della consegna dei destini dell'individuo al determinismo equivale a proporre una concezione del DNA che è statica, mentre la sua natura autentica, per così dire, dev'essere riscontrata nel flusso costante.

Considerando le problematiche etiche implicate negli interventi finalizzati alla trasformazione dell'intera specie, esse si agglutinano attorno alla domanda che chiede se debba essere consentito, agli scienziati, di praticare delle modificazioni incidenti sull'intera specie (o, adottando una modalità più morbida, quali cambiamenti siano consentiti e quali, invece, proibiti).¹¹ Ponendo il focus dell'indagine sulla specie, la domanda etica di fondo diventa, a questo punto, a quale versante del bivio si debba appartenere: se si debba cioè accettare che la specie (la stessa specie umana) smetta di essere un qualcosa di "naturale", com'è stata, invece, nell'arco dei millenni, per diventare un prodotto tecnologico a pieno titolo ed al pari di altri. Oppure, se sia eticamente corretto - come alcuni sostengono - astenersi dal compiere questo passo (con il corollario secondo il quale le trasformazioni della specie umana continuino ad avvenire tramite la "natura").¹² Il ragionamento di chi sostiene che occorra lasciar fare alla natura poggia sul confine che, per definizione, si stabilisce

11 P.N. Ossorio, *Inheritable genetic modifications: Do we owe them to our children?*, in A.R. Chapman; M.S. Frankel (eds.), *Designing our descendants: The promises and perils of genetic modifications*, Hopkins Un. P., Baltimore-London 2003, pp. 252-271.

12 Una concezione di questo tipo può essere quella espressa da H.-G. GADAMER; si consideri per es. la seguente risposta: "Non credo. Non lo credo affatto. Vede, sarà una cosa meravigliosa e importante per la medicina, non vi è alcun dubbio. Ma semplicemente non ci credo. Non lo so, insomma. Supponiamo forse che ciò che è estremo sia anche giusto, ciò che è estremo quindi, e cioè che siamo effettivamente in grado di raggiungere un trattamento della morte reso possibile da una scienza così deviata? Tutto ciò è inquietante, come si può facilmente immaginare. Ma non so come si presenti la situazione, in realtà. Devo confessarLe di credere che alla vita restino però assegnate alcune particolarità della natura. tra queste la madre." (H.-G. GADAMER; S. VIETTA, *Im Gespräch*, Wilhelm Fink Verlag, Paderborn 2002, tr. it. di Roberto Rizzo, *A colloquio. Frammenti di memoria di un grande saggio*, Marietti, Genova-Milano 2007, p. 38).

tra naturale ed artificiale - dove la priorità assoluta è affidata al primo elemento.¹³ Non pensiamo, tuttavia, si possa aderire ad una versione di questo tipo, in quanto lo stesso delineare, lo stesso identificare il confine che si cerca risulta, oggigiorno, un'impresa carica di difficoltà che sono, a ben vedere, insormontabili.¹⁴ Gli esseri umani risultano, infatti, definibili sempre più nel segno di variabili che vengono di continuo a crearsi dall'interazione tra la sfera naturale e quella tecnologica.¹⁵ Alla prospettiva oggetto della nostra critica possiamo, inoltre, chiedere se le modificazioni che interverrebbero a carico del patrimonio genetico rappresentino una situazione inedita per quanto concerne la storia umana, oppure se si possano indicare, come pensiamo, degli antecedenti della pratica che stiamo analizzando. Porre in essere delle interazioni con il patrimonio genetico non costituisce, guardando alla stessa storia umana, un episodio isolato: al contrario, ciò che ha caratterizzato il comportamento umano - ovvero l'insieme delle forme attraverso le quali l'uomo ha potuto garantirsi la sopravvivenza nel tempo - va riscontrato nell'azione.¹⁶ Grazie all'azione, l'essere umano è riuscito a modificare l'ambiente,¹⁷ ma, così facendo, ha modificato al tempo stesso se stesso: al giorno d'oggi la medicina si trova in una posizione attraverso la quale può condurre a dei cambiamenti nelle generazioni future (modificandone cioè degli aspetti fondamentali).

Conclusioni

Il diritto ad ereditare un patrimonio genetico non modificato è sostanziato da una considerazione sbagliata quanto a che cosa sia il DNA. Questo modo di intendere fa capo al ruolo attivo che viene attribuito al DNA nello sviluppo degli organismi (al contrario, occorre ammettere la sua condizione di passività, di dipendenza): tale fraintendimento conduce alla formulazione di un vero e proprio diritto (il diritto ad ereditare un patrimonio genetico non modificato). La conclusione cui perveniamo è, quindi, di non poter accettare il divieto - si badi: eticamente argomentato - nei confronti della terapia della linea germinale. Tale tentativo di curare le malattie genetiche non può, pertanto, essere escluso; non è, dunque, condivisibile la rappresentazione semplificatoria che viene offerta: essa, in ultima istanza, consiste in una visione deterministica (se riferita agli individui) e statica (riferita, invece, alle specie) del DNA.

Occorre dire, tuttavia, che prima di effettuare la terapia della linea germinale, si rendono necessari dei passaggi intermedi (o, comunque, prima di praticarla su larga scala), tra i quali possiamo annoverare il compiere degli ulteriori test sugli animali, con l'obiettivo di ottenere maggiori conoscenze dei meccanismi attraverso i quali curare le malattie genetiche.

Riferimenti Bibliografici:

Anders W.F.,(1989). "Human gene-therapy: Why draw a line?" *Journal of Medical Philosophy*, 14, p. 681.

Arendt H., (1958). *The human condition*. tr. it. *Vita activa. La condizione umana*. Milano: Bompiani, 2003.

13 H. Habermas, *Il futuro della natura umana*, cit., p. 25. Oltre ad H. JONAS, *Il principio responsabilità*, cit., *passim*.

14 W.F. Anders, "Human gene-therapy: Why draw a line?" *Journal of Medical Philosophy*, 1989; 14, p. 681.

15 A.L. Bredenoord, "Ethics of modifying the mitochondrial genome", *Journal of Medical Ethics*, 2011; 37(2), pp. 97-100.

16 Cfr. H. Arendt, *The human condition* (1958), tr. it. *Vita activa. La condizione umana*, Bompiani, Milano 2003.

17 Cfr., per es., C. Tonelli; U. Veronesi, *Che cosa sono gli organismi geneticamente modificati?*, Sperling, Milano 2007.

- Bredenoord A.L., (2011). "Ethics of modifying the mitochondrial genome", *Journal of Medical Ethics*. 37(2), pp. 97-100.
- Frankel M.S., Chapman A.R., (2000). *Human inheritable genetic modifications: assessing scientific, ethical, religious, and policy issues*, Washington.
- Gadamer H.G., Vietta S., (2002). *Im Gespräch*, Wilhelm Fink Verlag, Paderborn, tr. it. di Roberto Rizzo, *A colloquio. Frammenti di memoria di un grande saggio*. Genova-Milano: Marietti, 2007.
- Galimberti U., (2000). *Psiche e techne. L'uomo nell'età della tecnica*. Milano: Feltrinelli.
- Habermas J., (2002). *Die Zukunft der menschlichen Natur. Auf dem Weg zu einer liberalen Eugenetik?*, Suhrkamp, Frankfurt a. M. 2001, tr. it. *Il futuro della natura umana. I rischi di una genetica liberale*. Torino: Einaudi.
- Jonas H., (1993). *Das Prinzip Verantwortung*, Insel, Frankfurt a. M. 1979, tr. it. *Il principio responsabilità. Un'etica per la civiltà tecnologica*, Torino: Einaudi; Id., *Dem bösen Ende näher. Gespräche über das Verhältnis des Menschen zur Natur*, Suhrkamp, Frankfurt a. M. 1993.
- Lewontin R.,(1991). *Biology as ideology: The doctrine of DNA*, Ny: Penguin.
- Nielsen T.O., (1997). "Human germ-line germ therapy" *MJM* (3), pp. 126-132.
- Peters T., (2002). *Playing God? Genetic determinism and human freedom*. NY: Penguin.
- Smith K.R., (2003). "Gene' therapy: 'theoretical' and 'bioethical' concepts", *Archives of Medical Research*, 34(4), pp. 247-268.
- Ossorio P.N., (2003). *Inheritable genetic modifications: Do we owe them to our children?*, in A.R. Chapman; M.S. Frankel (eds.), *Designing our descendants: The promises and perils of genetic modifications*, Hopkins Un. P., Baltimore-London, pp. 252-271.
- Tannsjö T., (1993). "Should we change the human genome?", *Theoretical Medicine and Bioethics*; 14(3), pp. 231-247.
- Twine R., (2007). "Thinking across species – a critical bioethics approach to enhancement", *Theor Med Bioeth.*, 28(6), pp. 509-523.
- Tonelli C., Veronesi U., (2007). *Che cosa sono gli organismi geneticamente modificati?*. Milano: Sperling.
- Wilson E.O., (1999) *Sociobiology. The new synthesis* (1975), tr. it. *Sociobiologia. La nuova sintesi*, Bologna: Zanichelli.