

# Il rapporto ereditarietà-ambiente alla luce degli studi sul genoma e delle neuroscienze

---

Roberto Truzoli  
Psicologia Clinica, Facoltà di Medicina e  
Chirurgia, Università degli Studi di Milano

## RIASSUNTO

**N**ell'articolo si discute il rapporto fra natura e cultura tenendo conto dei recenti risultati delle ricerche sul genoma e delle neuroscienze. Nel riconoscere le basi biologiche del comportamento, si enfatizza la capacità biologica ad apprendere come variabile fondamentale per comprendere lo sviluppo dell'individuo. Successivamente si presentano alcune osservazioni metodologiche che evidenziano le carenze e le difficoltà delle ricerche nell'ambito della behavioral genomic. Inoltre si sottolinea il ruolo dell'esperienza nei cambiamenti cerebrali, che costituiscono la base materiale del comportamento, ed infine si ribadisce l'importanza della mediazione sociale e culturale nei processi di sviluppo individuali.

Parole chiave: ereditarietà, ambiente, comportamento, metodologia, sviluppo.

## **The relation heredity-environment to the light of the studies of behavioral genomic and of the neuro-sciences.**

### SUMMARY

**I**n the article we discuss the relation between nature and culture to the light of the recent results of the researches in genetic field and of the neuro-sciences. Recognizing the biological bases of the behavior, we emphasize the biological ability to learn as fundamental variable to understand the development of the individual. Subsequently we introduce some methodological observations that underline the lacks and the difficulties of the researches within the behavioral genomics.

Besides we underline the role of the experience in the cerebral changes, that constitute the material base of the behavior, and finally we fix the importance of the social and cultural mediation in the processes of individual development.

Key words: heredity, environment, behavior, methodology, development.

Il presente articolo si suddivide in quattro grosse tematiche, delle quali verranno presentati gli aspetti che riteniamo fondamentali per evidenziare le caratteristiche del rapporto fra cultura e natura alla luce delle recenti ricerche sul genoma e dei risultati delle neuroscienze. Si vedrà come tali studi permettono di ribadire l'importanza dei fattori esperienziali.

Analizzeremo dunque: a) cosa si intenda per basi biologiche del comportamento, b) l'importanza degli aspetti metodologici nel momento in cui si valutano delle affermazioni scientifiche -in questo caso quelle

sull'ereditarietà-, c) il ruolo dell'ambiente nello sviluppo cerebrale, e d) la necessità di una dimensione storica e sociale nell'analisi dello sviluppo.

### BASI BIOLOGICHE DEL COMPORTAMENTO

**I**l 26 giugno 2000, alla Casa Bianca la Human Genome Organization e la Celera Genomics annunciano che l'intero genoma umano è stato sequenziato e il 13 febbraio 2001 viene pubblicata la mappa del genoma. Il pensiero di Venter (2001), fondatore di Celera Genomics, secondo il quale il determinismo, la biologia ideologica secondo cui siamo l'espressione dei geni che ci sono stati trasmessi, non ha senso ci indirizza verso il reale significato dell'impresa portata a termine. Non esiste il genoma umano: ognuno di noi ha geni diversi che per di più cambiano in continuazione; un gene è pleotropico e le proteine che specifica non sempre sono uguali, di conseguenza geni e proteine nel contesto della cellula interpretano ruoli sempre diversi. Ciò che la genomica ci suggerisce è che batteri, piante e animali, sono fatti con lo stesso materiale, ma ognuno è unico perché il genoma è un sistema complesso e dinamico che non rimane come lo si è ereditato.

Il messaggio che arriva all'opinione pubblica però rischia di essere diverso e spesso è anche il frutto di un'ipersemplificazione. Una qualche responsabilità spetta ai mass media che spesso riportano annunci scientifici in modo acritico e sensazionalistico o che ripropongono affermazioni disconfermate. Ad esempio, per una serie di motivi viene riportata con enfasi la notizia della scoperta di un "gene della ricompensa", strettamente associato all'assunzione di cocaina, di alcool e di cibo, ma molta meno attenzione viene rivolta ad altri studi che non confermano l'associazione enfatizzata.

I geni in sé specificano proteine, non comportamenti né emozioni o pensieri. Il futuro delle persone non è determinato geneticamente (Lehrman, 1998), anche se l'ereditarietà è un argomento in grado di suscitare emozioni ed aspettative nella gente per cui diventa facile elaborare e "suggerire" un illusorio collegamento fra geni e destino.

In realtà, i geni producono un insieme di eventi biochimici ed interagiscono fra di loro,

con gli eventi ambientali e con la risposta soggettiva a tali interazioni, ma la loro influenza sul comportamento non è deterministica; in altre parole, fra geni e comportamento non è possibile stabilire una diretta relazione causa-effetto. Semplicemente l'uomo è un organismo biologico e quindi esistono elementi, vincoli e possibilità biologiche che rappresentano il substrato del comportamento. Ciò che esiste è la *capacità biologica ad apprendere*, capacità che permette all'uomo di evolvere in relazione alle occasioni ambientali.

Il rapporto fra geni e comportamento è stato acutamente affrontato da Skinner (1992). Secondo l'Autore l'affermazione che un comportamento è dovuto a un gene significa che esso può essere spiegato dalla selezione naturale. Utilizzando l'esempio di un comportamento piuttosto complesso di una vespa che preparava il cibo per le uova che avrebbe deposto ritiene che la forma finale di tale comportamento sia stato il risultato di un modellamento dovuto una serie di contingenze di selezione. Non esclude, anzi ritiene probabile, che alcune caratteristiche del comportamento della vespa siano state influenzate da caratteristiche casuali dell'ambiente; in altre parole, alcune caratteristiche del comportamento possono essere state selezionate in base ai principi del condizionamento operante. Nota anche che l'evoluzione del condizionamento operante debba essere stata accompagnata dall'evoluzione della suscettibilità di rinforzo. E' possibile riformulare questa analisi skinneriana evidenziando che la selezione naturale ha reso possibile ad ogni organismo nel corso della sua vita di adattarsi e di evolvere cambiando in relazione a specifici eventi ambientali.

Accanto a questi due livelli di selezione (selezione naturale e condizionamento operante) ne esiste un terzo collegato all'evoluzione delle pratiche culturali. Un ampio gruppo sociale si caratterizza per una propria cultura, cioè è in grado di mantenere, attraverso la sua trasmissione ai membri del gruppo che si succedono, un insieme di

contingenze di rinforzo. Se in una colonia di formiche il comportamento deriva dalla selezione naturale, "In una società umana il comportamento è largamente il prodotto del condizionamento operante in contingenze sociali mantenute da una cultura" (Skinner, 1992, p.65). Svilupperemo brevemente questo argomento nel paragrafo dedicato alle basi socio-culturali dello sviluppo.

### **CRITICHE METODOLOGICHE AGLI STUDI DI GENETICA COMPORAMENTALE**

Dagli studi di genetica comportamentale emergono dati che sembrano sostenere conclusioni circa l'ereditarietà di comportamenti, tratti e abilità. Comunque, in ogni caso le affermazioni scientifiche non vanno giudicate semplicemente in base all'autorevolezza o all'enfasi data da chi le presenta, ma vanno vagliate in considerazione degli aspetti metodologici da cui sono state derivate (McBurney, 1996). In particolare, negli studi di genetica comportamentale sono stati evidenziate sia difficoltà che carenze metodologiche:

- Innanzitutto non tutti accettano la logica di procedere a una misura dell'ereditarietà: Schonemann (cit. in Lehrman, 1998) sottolinea l'interazione fra fattori biologici, e genetici in particolare, e ambiente e discute l'impossibilità di definire una misura di ereditarietà. Comunque diversi ricercatori presentano studi che riportano misure dell'ereditarietà di abilità, tratti o comportamenti; vedremo di seguito appunto i principali limiti di tali ricerche.
- Una regola aurea del procedere scientifico è che l'oggetto di studio sia definito in modo chiaro e con caratteristiche operative. Se si vuole studiare un collegamento fra geni e comportamento va definito precisamente quale tipo di comportamento ci si propone di studiare. Ma proviamo a definire, ad esempio, l'intelligenza o la personalità, ma anche l'aggressività, la normalità o certe psicopatologie. In realtà, una loro definizione universale ed univoca non esiste. Di conseguenza sulla base di diversi studi si possono di fare affermazioni sulla relazione fra due variabili (ad esempio, fra geni e

intelligenza) delle quali quella psicologica sembra la stessa, ma in realtà può cambiare da studio a studio.

Amesso di avere una definizione accettabile, un comportamento va poi misurato con un certo grado di validità e di attendibilità per poterlo collegare chiaramente ai fattori genetici. Nella taratura di strumenti di misura psicologici spesso i prerequisiti di validità e attendibilità sono verificati con modalità inadeguate e/o in modo insufficiente (Caracciolo, Trombetta e Truzoli, 1997); per l'analisi dei tratti di personalità questa critica è ancora più incisiva (Lilienfeld, Wood e Garb, 2000; Garb, 1998, 1999; Garb, Florio e Grove, 1998; Caracciolo, Truzoli e Larcán, 1999).

Un ulteriore problema generale, data un'ipotesi (ad esempio, che una certa condizione psicopatologica sia geneticamente determinata), riguarda la necessità di escludere altre possibili cause (della condizione stessa); in altre parole è necessario un attento controllo della validità interna dello studio.

I disordini che hanno una modalità di trasmissione in cui una specifica mutazione porta al manifestarsi della malattia sono rari: ad esempio, nel caso del morbo di Huntington un unico gene dominante comporta lo sviluppo della malattia, in media, in metà della progenie. Però, generalmente, più geni interagiscono fra di loro e ciò rende più difficile la verifica delle basi genetiche del comportamento. Anche la schizofrenia o il disturbo bipolare, malattie con basi biologiche peraltro ancora da chiarire, si manifestano comunque in modo non prevedibile e implicano in ogni caso un contributo ambientale forse al loro emergere, ma sicuramente per il loro trattamento. Nel caso della schizofrenia, ad esempio, l'azione di un certo numero di geni sembra comportare una predisposizione al disturbo (cfr. Fischer, 1971), mentre le variabili ambientali determinano il manifestarsi e la gravità della malattia. Fra le psicoterapie, l'intervento comportamentale è in ogni caso riconosciuto come fra i più efficaci per affrontare i sintomi schizofrenici (cfr. Penn e Mueser, 1996).

- Non va dimenticato che il concetto di ereditarietà è un costrutto statistico che stima quanto della variazione in una popolazione è attribuibile a fattori genetici, il quale va applicato alla particolare popolazione studiata, nel luogo e al tempo dello studio. Se la popolazione o l'ambiente cambiano, probabilmente la stima cambia: esistono quindi problemi di generalizzazione dei risultati.
- Riferendosi a popolazioni, la stima statistica dell'ereditarietà non è interpretabile come la probabilità che i genitori trasmettano un certo comportamento (Cooper, 1999); quindi non è possibile prevedere la manifestazione di un certo comportamento in un determinato individuo. Inoltre, la stima non è interpretabile come se indicasse "quanto" di un tratto o comportamento non sia soggetto a modifiche ambientali (cfr. Howe, 1997).
- Anche i tipici studi sui gemelli finalizzati a confrontare il comportamento condiviso, portati a sostegno di posizioni ereditaristiche, sono stati oggetto di diverse critiche (cfr. Kamin, 1974; Rose, Lewontin e Kamin, 1984; Richardson, 1991). I gemelli omozigoti, identici dal punto di vista genetico, ad esempio, possono essere trattati in modo più simile – e quindi vivere maggiormente esperienze simili - rispetto ai gemelli dizigoti e ciò rende i risultati sull'ereditarietà di difficile interpretazione. Altre critiche agli studi sui gemelli riguardano la non rappresentatività del campione di gemelli (e quindi l'impossibilità di generalizzare i risultati a una popolazione più ampia); il fatto che i gemelli omozigoti non fossero in realtà completamente separati, ma avessero occasione di incontrarsi e condividere situazioni ed interazioni; e critiche a come è definita in senso matematico la formula dell'ereditarietà. Un importante contributo relativamente a quest'ultimo punto viene da Dickens e Flynn (2001) i quali presentano un modello che risolve un paradosso relativo al QI. Alcuni studi indicano un'alta ereditabilità del QI, contribuendo a rendere implausibile la spiegazione ambientale delle notevoli differenze nel QI riscontrate fra gruppi; nello stesso tempo però fra generazioni emergono

aumenti del QI indotti su base ambientale e non spiegabili in base a variazioni genetiche: ciò indica un importante ruolo dell'ambiente nel modellare il QI. Il modello proposto indica un larghissimo effetto ambientale sul QI, anche nel caso in cui vengano incorporate nel modello stesso delle alte stime di ereditarietà. Infine chiudiamo questo paragrafo con alcune osservazioni critiche rivolte agli studi di bambini adottati. L'età di adozione e quindi l'influenza di un ambiente condiviso più o meno a lungo non è stata sufficientemente valutata; la scelta selettiva delle famiglie di adozione – per cui bambini appartenenti a una classe sociale medio-bassa vengono adottati da famiglie di ceto medio-basso e bambini appartenenti a una classe sociale medio-alta vengono adottati da famiglie di ceto medio-alto - può portare a correlazioni fra madre biologica e bambini adottati che riflette somiglianze dovute alla classe sociale più che ad aspetti genetici; la rappresentatività del campione è messa in discussione anche in questo caso.

## GENI E CERVELLO

Gli studi sul genoma umano non sono senza conseguenze per la psicologia e per la psichiatria. Un primo effetto generale è di supportare la posizione di chi ritiene che le teorizzazioni psicologiche sul funzionamento della mente non possono non tener conto degli aspetti neurobiologici. Concetti base di famose teorie acquisiscono significato solo in quanto metafore che corrono sempre il rischio di essere reificate. La realtà di cui bisogna tener conto fino in fondo è che esiste un cervello il quale rappresenta il substrato del comportamento e che si sviluppa in stretta relazione con gli eventi ambientali. Un secondo effetto è sulla psichiatria, che può trovare nuovo impulso solo se si arricchisce dei contributi della neurologia e della farmacologia, in particolare della genetica molecolare e delle tecniche di imaging (Cowan e Kandel, 2001). Una terza conseguenza riguarda la predisposizione di nuovi interventi farmacologici che possono curare o prevenire il manifestarsi di patologie tipicamente associate a vari disturbi.

Prendiamo ad esempio la Sindrome di Down. Nel maggio 2000 il cromosoma 21 è stato totalmente sequenziato, cioè si è identificata la successione esatta delle basi nucleotidiche del DNA. Ora si sa in che posizione lungo il cromosoma 21 si susseguono 225 geni, anche se solo per alcuni si conoscono le funzioni che svolgono. In un futuro la prevenzione o la cura di alcune delle patologie associate alla sindrome saranno favorite dalla conoscenza di quali proteine contribuiscono alle patologie e dall'identificazione delle molecole e dei loro effetti, in modo da individuare interventi terapeutici in grado di contrastarne l'azione.

Il problema per gli psicologi che si occupano del recupero del ritardo mentale che si associa a questa o ad altre patologie è che non esiste una cura in grado di far evolvere cognitivamente le persone. Quello che facciamo e possiamo fare trova sempre più un sostegno indiretto dalle neuroscienze.

Ormai è sufficientemente delineato il rapporto fra geni, cervello ed esperienza, e molte certezze della neurobiologia sono ormai svanite: come l'idea che il cervello si formasse solo in certi momenti e che le sinapsi fossero sostanzialmente fisse; anche la neurogenesi sembra possibile. I geni determinano a grandi linee la strutturazione del cervello, ma lo sviluppo sinaptico dipende dall'influenza ambientale. Esiste un'epigenesi post-natale e il tipo e la quantità di connessioni fra neuroni dipendono dalle esperienze, socialmente mediate, dell'individuo; nei primi anni di vita le connessioni fra neuroni si stabiliscono secondo una modalità indicata come darwinismo neuronale (cfr. Kandel e Schwartz, 1985; Changeux, 1983; Edelman, 1989; Hebb, 1980; Staddon e Bueno, 1991). Ogni volta che impariamo qualcosa il nostro cervello cambia; la plasticità è continua e, non a caso, le zone del cervello più plastiche sono quelle coinvolte in apprendimento e memoria: ippocampo e zone annesse del lobo temporale mediale. L'esperienza modella il cervello e le persone acquisiscono conoscenze e abilità in rapporto al gruppo sociale di riferimento. Per un normale sviluppo sono quindi necessarie continue stimolazioni sociali, intellettuali, linguistiche, e così via (cfr. Caracciolo e

Rovetto, 1988). Dunque il cervello cambia in primo luogo in seguito all'esperienza e svilupparsi sostanzialmente significa apprendere.

In tale situazione lo spazio per il cambiamento è ben maggiore di quanto si credeva. La conclusione è che attraverso la conoscenza dei principi generali e normali di sviluppo è possibile fornire "esperienze adeguate" che possano rappresentare occasioni di evoluzione, anche per chi sconta dei deficit biologici.

#### **LA NECESSITÀ DI UN'ANALISI STORICA, SOCIALE E CULTURALE DELLO SVILUPPO**

L'idea che un individuo nasca con un bagaglio innato in grado di determinare il livello della sua conoscenza e, in casi estremi, anche il suo posto nella società ha molte fonti. A volte a ciò ha contribuito l'aver confuso l'innato con il socialmente acquisito e spesso in relazione all'evoluzione di persone appartenenti ad uno specifico gruppo. In realtà l'influenza e la forza dell'intervento sociale può essere tale da determinare gli esiti attesi. L'azione principale in questi casi è piuttosto di tipo politico-sociale.

Questo tipo di analisi si può applicare a tutte le società nei vari periodi storici e ovviamente anche alla nostra. Precisamente, ciò che un gruppo sociale fa e le contingenze di rinforzo che ne hanno modellato i comportamenti influiscono sullo sviluppo del singolo che andrà determinandosi secondo le finalità del gruppo (cfr. Greenberg e Tobach, 1988): in altre parole, i processi di sviluppo individuale sono mediati socialmente (Gaw, 2001) attraverso principi comportamentali. Ogni individuo è inserito in gruppo sociale e diversi processi di tipo sociale, quali l'imitazione, il modellamento e il comportamento verbale, sostengono l'acquisizione di un ampio repertorio di comportamenti individuali.

Le capacità, anche di autodeterminazione, di un individuo dipenderanno in ultima analisi da quello che attraverso continue e specifiche interazioni gli è stato proposto come occasione di apprendimento.

#### **CONCLUSIONI**

Nella storia dell'analisi dei contributi genetici ed ambientali alla variabilità del comportamento umano, ci sono stati scontri teorici ed errori scientifici. Basti ricordare l'opera di Sir Francis Galton,(1822-1911), cugino di Charles Darwin, culminata nel libro "Hereditary Genius" (cit. in Caracciolo, 1976) in cui attraverso una serie di errori metodologici pensava di aver dimostrato che il genio fosse ereditario. La conseguenza, densa di effetti sociali, fu quella di sminuire il ruolo dell'ambiente e dell'educazione nello sviluppo dell'essere umano e di proporre la strada dell'eugenetica, ovvero della selezione effettuata sugli uomini, in modo da far sopravvivere solo i migliori. Fortunatamente, tali posizioni oggi sono minoritarie; anche se alcuni scienziati ripropongono affermazioni generali circa la connessione fra popolazioni e caratteristiche genetiche - ad esempio, Herrnstein e Murray (1994) rinnovano l'argomento degli stretti legami fra geni e comportamento e dell'ereditarietà dell'intelligenza -. La prassi scientifica, oltre a conseguire risultati in termini di sviluppo di conoscenze, può grazie al suo costante riferimento alla realtà empirica, contrastare l'influsso delle ideologie. Per l'esempio indicato sopra relativo al darwinismo sociale, l'ideologia dell'ereditarietà dei caratteri psichici, un contributo fondamentale a metterne in luce le caratteristiche non scientifiche iniziò in Francia con il tentativo di enfatizzare il ruolo dell'ambiente, e la tematica è poi trasmigrata nella neurofisiologia con Ivan Petrovic Pavlov e successivamente evoluta da Burrhus Frederik Skinner e dai suoi successori. Attualmente il ruolo delle variabili ambientali è talmente chiaro che tecniche comportamentali sono normalmente utilizzate nei laboratori e nelle case farmaceutiche, nella scuola e nei processi educativi e formativi in generale, in ambito lavorativo ed economico, nella riabilitazione e nella psicologia clinica, e così via.

L'idea di Skinner (1992, p. 66) che gli elementi che permetteranno di chiudere le dialettiche sul rapporto fra cultura e natura vadano individuati nella selezione naturale, nei principi del comportamento e nelle

pratiche culturali si rafforza alla luce delle ricerche sul genoma e delle neuroscienze.

## BIBLIOGRAFIA

- Axelrod, S. (1992). Disseminating an effective educational technology. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 25, 31-35.
- Caracciolo, E. (1976). L'intelligenza e la sua misura. Firenze: Le Monnier.
- Caracciolo, E. & Rovetto, F. (Eds.) (1988). *Handicap. Nuove metodologie per il ritardo mentale*. Milano: Franco Angeli.
- Caracciolo, E., Trombetta, C., & Truzoli, R. (1997). Metodo per lo studio dell'attendibilità degli item di un questionario a risposte di tipo quantale, di tipo dipendente. *Ricerca sperimentale. Studi di Psicologia dell'Educazione*, Vol. 16, 3, 102-20.
- Caracciolo, E., Truzoli, R., & Larcán, R., (1999) La diagnostica Rorschach espressa su una scala a ranghi: un nuovo metodo di reliability. *Studi di Psicologia dell'Educazione*, Vol. 18,1-2- 3, 137-50.
- Changeux, J. P., (1983) L'uomo neuronale. Milano: Feltrinelli.
- Cooper, C., (1999) Intelligence and abilities. London: Routledge.
- Cowan, W. M., & Kandel, E. R., (2001) Prospects for Neurology and Psychiatry. *The Journal of the American Medical Association*, 285, 594-600.
- Dickens, W. T., & Flinn, J. R., (2001) Heritability Estimates Versus Large Environmental Effects: The IQ Paradox Resolved. *Psychological Review*, Vol. 18, 2, 346-69.
- Edelman, G. M., (1989) Neural Darwinism. The theory of neuronal group selection. *Oxford: Oxford University Press*.
- Fischer, M., (1971) Psychoses in the offspring of schizophrenic monozygotic twins and their normal co-twins. *British Journal of Psychiatry*, 118, 43-52.
- Gaw, A. C., (2001) Concise Guide to Cross-Cultural Psychiatry. *Washington, DC: American Psychiatric Publishing*.
- Garb, H. N., (1998) Studying the Clinician: Judgment Research and Psychological Assessment. *Washington, Dc: American Psychological Association*.
- Garb, H. N., (1999) Call for a moratorium on the use of the Rorschach Inkblot Test in clinical and forensic settings. *Assessment*, Vol. 6, 4, 313-17.
- Garb, H. N., Florio, C. M., & Grove, W. M., (1998) The validity of the Rorschach and the Minnesota Multiphasic Personality Inventory: Results from meta-analysis. *Psychological Science*, Vol. 9, 5, 402-4.
- Greenberg, G., & Tobach, E., (Eds.) (1988) Evolution of Social Behavior and Integrative Levels. *Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates*.
- Hebb, D. O., (1980) *Mente e cervello. Bologna: Il Mulino*.
- Herrnstein, R. J., & Murray, C., (1994) *The Bell Curve: Intelligence and Class Structure in American Life. New York: The Free Press*.
- Howe, M. J. A., (1997) *IQ in Question: The Truth About Intelligence. London: Sage*.
- Kamin, L. J., (1974) *The Science and Politics of IQ. Harmondsworth: Penguin*.
- Kandel, E. R., & Schwartz, J. H., (1985) *Principi di neuroscienze. Milano: Casa Editrice Ambrosiana*.
- Lehrman, S., (1998) *DNA & BEHAVIOR. Is Our Fate in Our Genes?* <http://www.dnfiles.org/about/pgm2/topic.html>
- Lilienfeld, S. O., Wood, J. M., & Garb, H. N., (2000) The Scientific Status of Projective Techniques. *Psychological Science in the Public Interest*, Vol. 1, 2, 27-66.
- McBurney, D. H. (1996) Metodologia della ricerca in psicologia. *Bologna: Il Mulino*.
- Penn, D. L., & Mueser, K. T., (1996) Research update on the psychosocial treatment of schizophrenia. *American Journal of Psychiatry*, 153, 607-17.

- Richardson, K., (1991) Understanding Intelligence. *Milton Keynes: Open University Press.*
- Rose, S., Lewontin, R. C., & Kamin, L. J., (1984) Not in our Genes. *Harmondsworth: Penguin.*
- Skinner, B. F., (1992) Difesa del comportamentismo. *Roma: Armando Ed.*
- Staddon, J. E. R., & Bueno, J. L. O., (1991) On models, behaviorism and the neural basis of learning. *Psychological Science, 2, 3-11.*
- Venter, J. C., et al. (2001) The sequence of the human genome. *Science, 291, 1304-51.*