
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

GABRIELA JUBRAN CHAPCHAP

**CORRELAÇÕES ENTRE EVOLUÇÃO
GENÉTICA E EVOLUÇÃO LINGUÍSTICA
ESTABELECIDAS DURANTE A DISPERSÃO
DE *HOMO SAPIENS* SOBRE A TERRA**

GABRIELA JUBRAN CHAPCHAP

CORRELAÇÕES ENTRE EVOLUÇÃO GENÉTICA E EVOLUÇÃO
LINGÜÍSTICA ESTABELECIDAS DURANTE A DISPERSÃO DE
HOMO SAPIENS SOBRE A TERRA

Orientador: Hércules Menezes

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Bacharel em Ciências Biológicas

Rio Claro
2012

575

C462c

Chapchap, Gabriela Jubran

Correlações entre evolução genética e evolução lingüística
estabelecidas durante a dispersão de Homo sapiens sobre a Terra /
Gabriela Jubran Chapchap. - Rio Claro : [s.n.], 2012

29 f. : il., figs., quadros, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências biológicas) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro

Orientador: Hércules Menezes

1. Evolução (Biologia) 2. Evolução lingüística. 3. Línguas. 4. Homem.
5. Árvores filogenéticas. 6. Migrações. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador paciente e espirituoso, Hércules Menezes, por me mostrar que o mais valioso de nossas longas conversas não era o TCC em si, mas todo o resto.

Aos meus amigos, pelo acolhimento de todos estes anos e pelos conselhos – no texto e na vida.

À minha família, infalível no amor incondicional e no incentivo à leitura.

À minha pequena Chuva, que me dá muitas alegrias e cura tristezas que nenhum humano consegue curar.

A uva e o vinho

Um homem dos vinhedos falou, em agonia, junto ao ouvido de Marcela. Antes de morrer, revelou a ela o segredo:
- A uva – sussurrou – é feita de vinho.
Marcela Pérez-Silva me contou isso, e eu pensei: se a uva é feita de vinho, talvez a gente seja as palavras que contam o que a gente é.

(GALEANO, 1991 p. 16)

Viagem ao país dos sonhos

(...)
O caminho estava muito cheio de gente. Todos iam para o país dos sonhos, e faziam muita confusão e muito ruído ensaiando os sonhos que iam sonhar, e por isso Pepa ia resmungando, porque não a deixavam concentrar-se como se deve.

(GALEANO, 1991 p. 43)

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	5
1.1 Evolução das línguas e das espécies.	5
1.2 Línguas como documentos históricos	6
2. OBJETIVO	8
3. METODOLOGIA	8
4. LINGÜÍSTICA: O MÉTODO COMPARATIVO E AS CLASSIFICAÇÕES	9
5. EXPANSÕES HUMANAS E DISPERSÃO LINGÜÍSTICA	13
5.1 Expansão humana	13
5.2 Como as línguas se espalham?	13
5.3 O efeito fundador e as línguas	15
6. COMPARAÇÃO ENTRE ÁRVORES GENÉTICAS E LINGÜÍSTICAS	16
6.1 O que foi proposto?	16
6.2. Por que há estreitas similaridades entre árvores genéticas e linguísticas?	17
6.3 Por que há incongruências no paralelismo entre evolução linguística e genética?	19
7. DISCUSSÃO	21
7.1 Línguas e espécies, semelhanças e diferenças	21
7.2. Sobre o uso de métodos filogenéticos na mudança linguística	22
7.3 Sobre o estabelecimento de correlações entre evolução linguística e genética	22
7.4. De Darwin a Cavalli-Sforza	23
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

1.1 Evolução das línguas e das espécies

Já no Século XIX, em sua clássica obra *THE DESCENT OF MAN* (1871), o naturalista Charles Darwin apontava similaridades entre a evolução das espécies e a evolução das línguas: “The formation of different languages and of distinct species (...) are curiously the same.” (DARWIN, 1871).

A partir desta obra, as abordagens genealógicas passaram a ser uma ferramenta utilizada não apenas entre os naturalistas, mas também entre os linguistas (STEELE et al., 2010). O processo de mudança cultural, a evolução cultural ou não-genética, tem como unidades de seleção aspectos culturais como artefatos, línguas, regras matrimoniais, estilos de cerâmica etc. Mesoudi et al. (2006b) definem evolução cultural como “um processo darwiniano que consiste na retenção seletiva de variantes (culturalmente transmitidas) favoráveis, assim como uma variedade de processos não-seletivos, como deriva”, sendo 'cultura' toda “informação capaz de afetar o comportamento de indivíduos, a qual adquirem de outros membros de sua espécie através de ensinamento, imitação e outras formas de transmissão social” (BOYD; RICHERSON, 1985 apud BOYD; RICHERSON, 2010).

Cada vez mais, mudanças culturais são abordadas evolutivamente e diversos cientistas acreditam que uma 'grande síntese', englobando evolução biológica e cultural, faz-se necessária (MESOUDI et al., 2006b). Na escala microevolutiva, teorias modernas de evolução cultural reconhecem haver transmissão social de tradições e inovações de pessoa para pessoa. A transmissão ocorre entre e ao longo de gerações, respectivamente por rotas de transmissão vertical e horizontal (CAVALLI-SFORZA, 2000). A transmissão vertical se dá pela herança de traços culturais de populações mães por populações filhas, através de “efeitos cumulativos de ensinamento, aprendizagem e imitação” entre indivíduos (MULDER et al., 2006). A transmissão horizontal ou lateral, por sua vez, dá-se pelo empréstimo ou cópia de traços por outras sociedades existentes – geralmente vizinhas – ou por imposição através de conquista (RENFREW, 1992). Os aprendizes escolhem os momentos em que se envolverão em aprendizagem independente de tentativa ou erro e a exemplo de quem o farão (BOYD e RICHERSON, 2008). A preservação de um sinal histórico dentro de tradições culturais carregado por populações depende da seleção e replicação de traços, geralmente com algum grau de modificação, assegurando que sobrevivam de uma geração a outra (STEELE et al., 2010).

Na macroevolução cultural, processos históricos explicam similaridade e diferenças culturais entre estas populações humanas ascendentes da repetitiva 'cópia com modificação' (MULDER et al., 2006). Mesoudi et al. (2006b), que propuseram uma visão multidisciplinar na análise darwiniana da dinâmica cultural, desenham um paralelo entre arqueologia evolutiva, antropologia cultural e antropologia comparativa (entre as ciências culturais) e as disciplinas macroevolutivas em biologia (respectivamente, paleobiologia, biogeografia e sistemática) (Fig. 1). Segundo Steele et al. (2010), a linguística histórica deve ser adicionada à lista de disciplinas culturais com foco macroevolutivo.

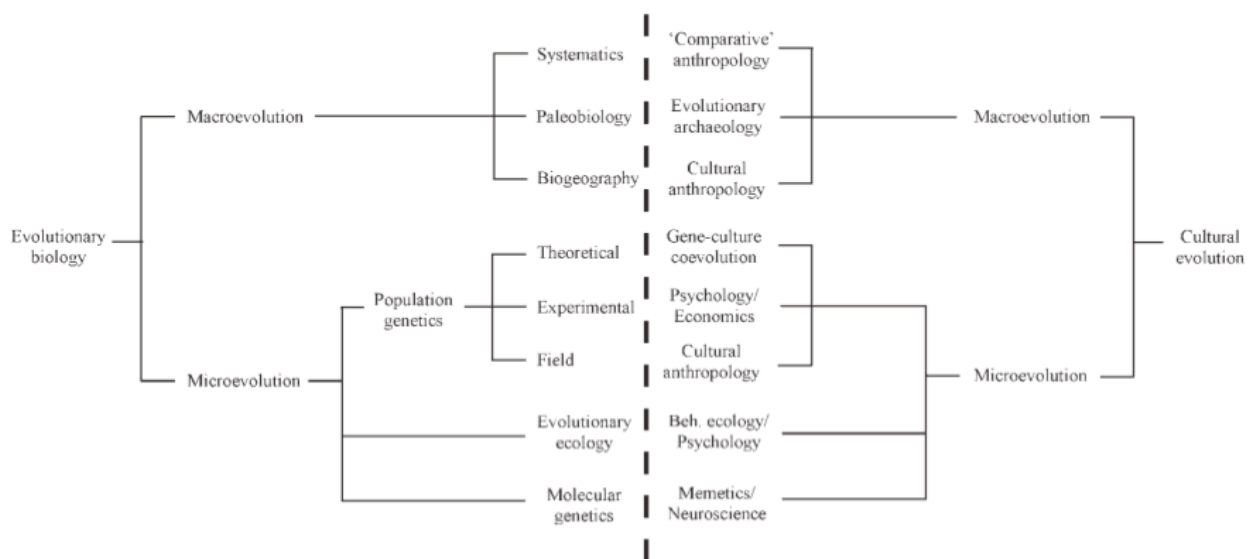


Fig.1 Subdivisões da biologia evolutiva (esquerda) e disciplinas correspondentes empregadas no estudo da evolução cultural (direita) segundo Mesoudi et al. (2006).

Segundo Sereno (1991), as línguas e organismos biológicos compartilham diversas propriedades. Dentre elas estão: hereditariedade (transmissão para a prole); mutação (mudança no som e significado, gerando variação); subcategorias (dialetos análogos a subespécies e clados); e mecanismos de divergência alopátrica (geográfica) e simpátrica (sociolingüística).

Abordagens filogenéticas e estatísticas recentes exploram esta analogia mais a fundo, focando em aplicar métodos estatísticos inspirados pela filogenética e biologia comparativa, além de explicar a heterogeneidade de taxas evolutivas (PAGEL, 2009).

1.2 Línguas como documentos históricos

Fazer inferências históricas não é fácil e, quando tratamos de línguas, torna-se ainda

mais difícil inferir datas. Na biologia evolutiva são recorrentes as inferências sobre eventos que ocorreram há milhões de anos. Isto se tornou possível a partir do momento em que moléculas começaram a ser consideradas “documentos da história evolutiva” (ver ZUCKERKANDL; PAULING, 1965). As sequências moleculares possuem um registro do passado e similaridades entre elas geralmente refletem uma ancestralidade comum. Inferências sobre relações evolutivas podem ser feitas a partir de estudos moleculares, e são mais consistentes quando linhas de estudo independentes são unidas a um propósito (GRAY et al., 2011).

As línguas, como os genes, também são documentos históricos. São faladas hoje aproximadamente 7 mil línguas no mundo e nelas também estão inscritas informações valiosas sobre nosso passado (RENFREW, 1992). As línguas possuem, porém, informação “fóssil” bastante escassa, geralmente limitada a situações em que a escrita já havia se desenvolvido, podendo nos levar há no máximo 5 mil anos (CAVALLI-SFORZA et al., 1994). A linguística histórica desenvolveu um conjunto de procedimentos para inferir estados ancestrais e construir árvores linguísticas: o chamado método comparativo. Este, no entanto, não nos fornece datas absolutas, apenas uma cronologia relativa, sendo necessário recorrer a inferências (RENFREW, 1992). As relações inferidas na linguística também se tornam mais consistentes ao unir linhas de evidência independentes. Sobre este respeito, Renfrew e Bellwood (2002) argumentam que antropologia, arqueologia e genética podem ser usadas para triangular inferências sobre a evolução cultural. A antropologia fornece o entendimento sobre a organização social; a arqueologia, sobre a cronologia de mudanças na cultura material; e a genética permite traçar a sequência de movimentos populacionais e a dimensão da miscigenação.

Importantes correlações são testadas entre pools genéticos de um lado e pools socioculturais de outro, além de analogias entre os mecanismos pelos quais caracteres culturais e espécies evoluem. Estas correlações auxiliam o entendimento da nossa história evolutiva e podem ser adicionadas à discussão atual em torno de uma teoria unificada (MESOUDI et al., 2006b).

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é de verificar possíveis correlações entre evolução genética e evolução linguística em *Homo sapiens*, após seu primeiro êxodo do continente africano, há cerca de 100.000 anos. A partir disso, são apontadas analogias entre os mecanismos presentes na evolução darwiniana das espécies e na evolução linguística e é discutida a validade de uma teoria unificada que englobe evolução biológica e evolução cultural.

Deve ser enfatizado que a analogia entre evolução darwiniana das espécies e evolução cultural leva em conta seus mecanismos gerais de funcionamento e não a evolução biológica da linguagem ou do homem. Segundo Alter (2008), o elemento linguístico no contexto darwiniano era “puramente analógico, não tendo qualquer influência sobre a origem ou desenvolvimento da linguagem verbal”. Assim sendo, a evolução linguística de *Homo sapiens* tratada neste trabalho se refere à evolução cultural.

3. METODOLOGIA

Foi efetuado um levantamento bibliográfico nas bases de dados disponibilizados no Portal Periódicos (CAPES). As informações obtidas sobre a filogenia genética e linguística das diferentes populações de *Homo sapiens* e a relação entre elas foram analisadas, além de revisada a situação das questões culturais no mundo científico atual, especificamente no campo da Evolução. Foi elaborado um texto final, sob a forma de uma Revisão a ser encaminhada para publicação em periódico, apresentando o estado atual dos conhecimentos, bem como as perspectivas desta área de conhecimento.

4. LÍNGUÍSTICA: O MÉTODO COMPARATIVO E AS CLASSIFICAÇÕES

Das línguas no mundo hoje, grande parte delas é falada por centenas de milhões de pessoas e outras por apenas centenas, sendo estas mais susceptíveis à extinção em poucas gerações. As línguas oferecem um poderoso guia étnico, principalmente para grupos em que a identidade original das tribos não foi perdida.

Por muito tempo, linguistas consideraram impossível determinar se as línguas tiveram uma ou múltiplas origens. A discussão chegou a ser banida da Sociedade Linguística de Paris, em 1866, por não desenvolver novos frutos e, com isso, classificações só podiam avançar até certo ponto e as árvores linguísticas permaneciam sem enraizamento. À luz de novos dados arqueológicos, a concordância em relação à origem monogênica da linguagem verbal cresceu (CAVALLI-SFORZA, 2000).

A maior dificuldade hoje está na determinação de critérios ao estabelecer similaridades entre línguas. As línguas evoluem de maneira tão rápida, que a diferenciação atual entre elas é extrema. Não obstante, linguistas iniciaram uma busca por palavras possivelmente comuns às mais diferentes línguas, tentando estabelecer raízes universais. É reconhecido entre linguistas que algumas palavras são mais conservadas que outras; elas geralmente se referem a partes do corpo, termos de parentesco, pronomes pessoais, numerais baixos (um, dois, três), entre outros. A primeira raiz universal foi proposta por Greenberg (apud CAVALLI-SFORZA et al., 1994): “tik”, significando “um”, “dedo indicador” ou “mão”. A mudança semântica é aceita neste caso, já que a mudança fonológica vai de “tik” para “digit”, por exemplo. Raízes adicionais foram propostas e a pesquisa continua (SHIPLEY, 1984; GAMKRELIDZE; IVANOV, 1990; BENGTON; RUHLEN, 1994).

Um método simples na medição de similaridades entre dialetos ou línguas próximas consiste na detecção de cognatos. Cognatos são palavras que claramente têm origem comum, mesmo tendo sofrido algumas modificações fonológicas e semânticas. A proporção de cognatos em duas unidades linguísticas mede sua similaridade e a até mesmo a afinidade linguística entre as populações falantes. Ao tentarem correlacionar a proximidade ou distância entre duas línguas e como elas se separaram no tempo, linguistas criaram o campo da glotocronologia. Apesar das dificuldades em estabelecer datas absolutas na história da evolução linguística pré-escrita, inferem-se distâncias relativas temporais ao compararmos diferentes línguas ou dialetos. Assim sendo, duas línguas devem apresentar maiores distâncias recíprocas do que dialetos de uma mesma língua. A distância entre dialeto e língua, no entanto, é contínua e a sua determinação é arbitrária (RENFREW, 1992).

É possível, por outro lado, a ocorrência de erros na determinação de raízes e cognatos. Um deles é a coincidência. O outro, o empréstimo primitivo de uma palavra por outra língua. Os empréstimos ou transmissões horizontais mais recentes são fáceis de serem detectados; a adoção da palavra “ok”, originada nos Estados Unidos e emprestada pela Inglaterra e posteriormente por todo o mundo é um exemplo bastante conhecido. Empréstimos mais antigos, por outro lado, podem passar despercebidos (CAVALLI-SFORZA et al., 1994).

Apesar da grande discordância entre linguistas sobre critérios no agrupamento de línguas, diversas classificações foram propostas e há hoje grupos linguísticos bastante consolidados. Uma consideração importante é a de que as classificações linguísticas modernas reconhecem grandes grupos ou filos, também chamados famílias.

Uma família linguística é um grupo de línguas similares o bastante para que uma origem “genética”¹ comum seja considerada (RUHLEN, 1991). A definição de uma família linguística pode ser um tanto abstrata e para certas famílias há maior ou menor concordância entre linguistas. As classificações filogenéticas de línguas fornecem, portanto, uma hierarquia taxonômica parcial, não havendo uma árvore filogenética de línguas humanas considerada completa.

Por muito tempo os esforços taxonômicos feitos por linguistas só permitiram alguns avanços além da descrição das famílias básicas e em direção ao objetivo final: uma classificação completamente hierárquica e verdadeiramente filogenética de todas as famílias linguísticas (CAVALLI-SFORZA et al., 1994). Como já dito, esta é uma tarefa difícil, já que as taxas de evolução linguística são altas, quase não havendo relações superficiais entre famílias distantes. O próximo passo é justamente o reconhecimento de relações entre algumas famílias, o que já se mostrou necessário na classificação e estabelecimento de superfamílias.

Foram listados primariamente por Ruhlen (1975) 28 grandes grupos taxonômicos de línguas, os quais foram reduzidos a 17 (RUHLEN, 1991) e adaptados posteriormente (fig. 2). Dentre as famílias mais bem consolidadas hoje estão: a Indo-Européia, a qual abarca línguas faladas por metade da população mundial (vide Fig.3), Afro-Asiática, composta pelas línguas semíticas e a maioria das norte-africanas e Urálica, que inclui o finlandês e húngaro (RENFREW, 1994).

Outras famílias estão em estado de fluxo. Para estas, há discrepância de opinião sobre se certas línguas e subfamílias devem ser incluídas em uma ou outra família. A aceitação da família Ameríndia proposta por Ruhlen (1975), por exemplo, se mostrou controversa e

¹ Linguistas se utilizam da palavra ‘genética’ para filogenética.

mesmo as 11 subfamílias que a formam não são completamente aceitas pela comunidade de linguistas. Para solucionar estas controversas, considera-se necessário padronizar a metodologia utilizada na classificação linguística (CAVALLI-SFORZA et al., 1994).

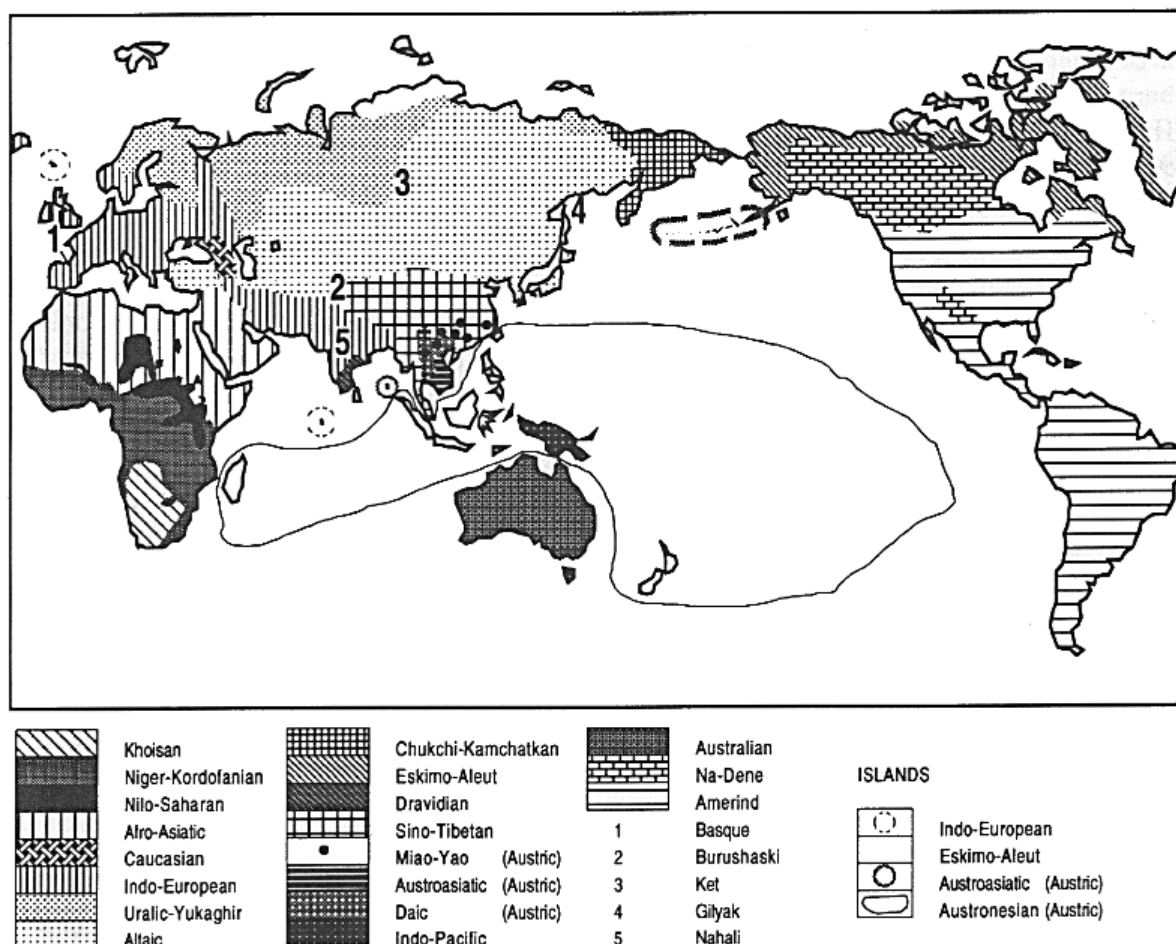


Fig. 2 Distribuição geográfica das 17 famílias linguísticas de Ruhlen (1987, pp. 284-285, mapa 8.1)

Mesmo que uma árvore completa ainda não tenha sido construída, o reconhecimento de diversas famílias e a concordância para algumas delas é substancial à continuidade dos estudos linguísticos. Os estudos voltados ao filo linguístico Indo-Europeu geraram frutos importantes ao estudo filogenético das línguas, dentre eles as árvores linguísticas consideradas mais completas (GAMKRELIDZE e IVANOV, 1990) (fig. 3).

A introdução a métodos quantitativos ainda está em sua infância. Segundo Cavalli-Sforza et al. (1994), a extensão destes conceitos para a variação biológica intraespecífica ou linguística provavelmente não seria construtiva.

Verificar uma relação genética entre línguas pode sempre exigir o “esprit de finesse” de Pascal (a medida quantitativa de diferentes atributos e pontos de

vista por um especialista) e talvez não esteja pronta para o uso do “esprit géométrique” (uma abordagem totalmente dedutiva) (CAVALLI-SFORZA et al., 1994).

O estudo dos mecanismos da evolução linguística, ainda subdesenvolvido, pode ser bastante útil ou, de fato, necessário para que uma classificação “genética” racional se complete.

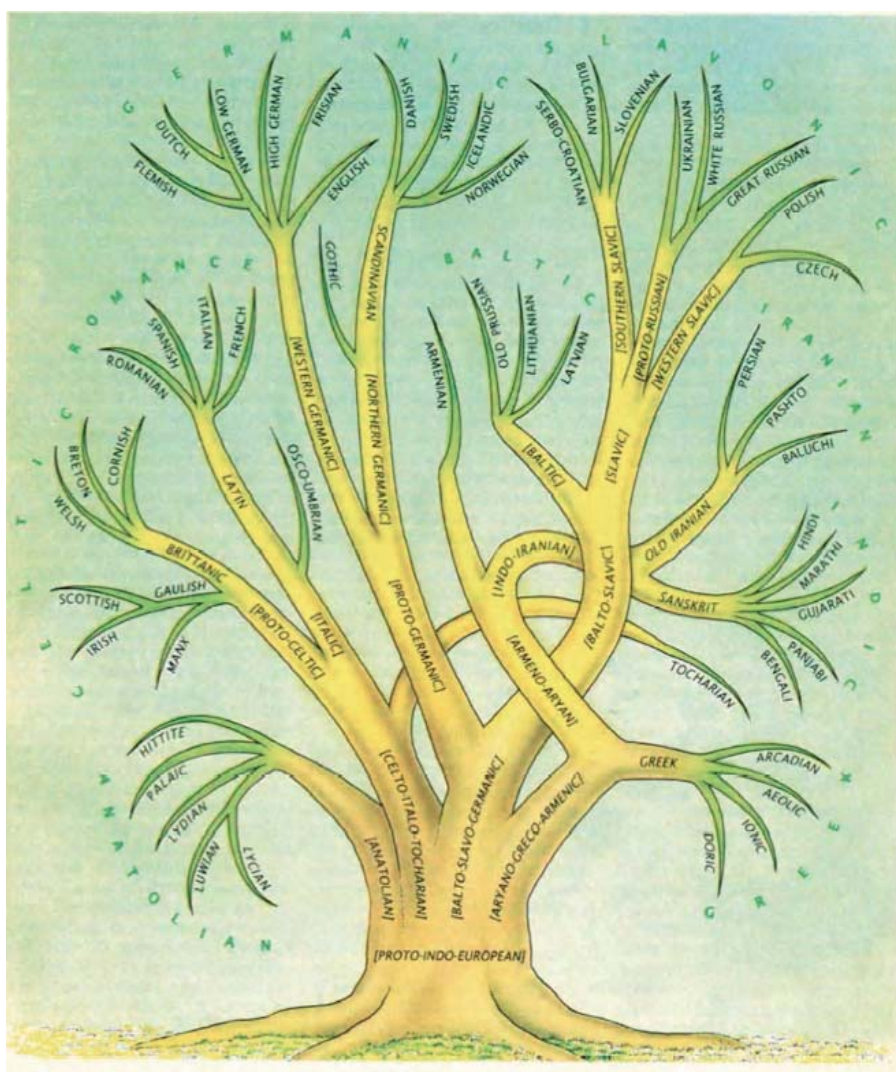


Fig.3 Árvore das línguas indo-europeias segundo Gamkrelidze e Ivanov (1990). Nela, uma protolíngua originada há mais de 6000 anos, dividiu-se em dialetos, os quais evoluíram em línguas distintas; estas se dividindo em gerações de línguas filhas.

5. EXPANSÕES HUMANAS E DISPERSÃO LINGUÍSTICA

5.1 Expansão humana

Movimentos individuais e em massa são frequentes na história humana e importantes no entendimento da organização atual da espécie no globo. Os movimentos individuais ou locais são fontes de grande troca genética e cultural entre grupos e acarretam na homogeneização genética, em contrapartida à diferenciação causada pela deriva. Já processos de migração em massa podem ser causados por modificações ambientais drásticas ou duradouras (CAVALLI-SFORZA et al., 1988). A desertificação do Saara, por exemplo, processo contínuo nos últimos 4 mil anos, causou a migração de grande parte dos habitantes neolíticos em direção ao sul (OSBORNE et al., 2008). No entanto, a migração de populações inteiras não é causada somente por fatores impulsionadores negativos: estes movimentos podem ter ocorrido frequentemente pelo estímulo de novos desenvolvimentos culturais adaptativos, os quais permitiram o domínio de terras já habitadas ou a ocupação de novas regiões e nichos (CAVALLI-SFORZA et al., 1994).

A expansão das populações humanas modernas na África há cerca de 100.000 anos e seu êxodo inicial para fora do continente são exemplos de expansão em massa. É amplamente aceito que os humanos anatomicamente modernos se originaram na África subsaariana entre 150 e 200 mil anos atrás (OSBORNE et al., 2008). Não há consenso, no entanto, sobre a causa desta expansão. Alguns pesquisadores argumentam a favor de um êxodo causado por mudanças ambientais; eventos durante o último ciclo glacial teriam tornado a maior parte da África inadequada para ocupação de homínídeos, forçando-os a migrar (CARTO et al., 2009). Outros colocam as questões climáticas como insuficientes para explicar a saída da África; inovações tecnológicas e comportamentais durante a Média Idade da Pedra sul-africana, associadas a evidências precoces de símbolos e ornamentos pessoais, teriam estimulado o crescimento demográfico e as migrações (JACOBS et al., 2008).

5.2 Como as línguas se espalham?

Segundo Renfrew (1992, 1994), há quatro processos que levam uma língua a ser falada em dado território e que moldaram a distribuição atual das línguas e famílias linguísticas no mundo: migração inicial, dispersão agrícola, dispersão climática tardia e dominância de elite. Segundo o próprio autor, esta é uma visão reduzida, pois só permite discriminar macrofamílias e filos linguísticos uma vez que, dentro destes, há uma história

local rica, associada a cada língua ou família linguística e aos fatores que levaram a suas distribuições eventuais.

Migração inicial (anterior a 15 mil anos atrás)

A colonização inicial de regiões desocupadas se deu principalmente pelos primeiros humanos, os quais parecem ter se espalhado da África para a maior parte do mundo a partir de 100.000 anos atrás. Traços linguísticos sobreviventes destas migrações incluem o Basco, Caucasiano, Khoisan, Australiano, “Indo-pacífico” e “Ameríndio”².

Dispersão agrícola (Fig. 4)

O advento da agricultura entre 8500 e 2500 a.C em diversos locais independentemente causou a expansão das populações sobre todos os continentes, exceto a Austrália. Estas dispersões são consideradas por Diamond e Bellwood (2003) como “os processos mais importantes da história humana no Holoceno”. O aumento desigual da produção de alimentos ao longo do mundo deu vantagens às sociedades agrícolas, em detrimento daquelas de caçadores-coletores. Em consequência, a língua original dos fazendeiros se espalhou e se diferenciou formando grandes famílias linguísticas como Sino-Tibetana, Indo-Européia, Austronésia e Afro-Asiática, as três últimas sendo bem estabelecidas, com grande alcance no eixo leste-oeste (Renfrew, 1994). Este tipo de dispersão leva aos casos mais importante de substituição linguística, tratada mais à frente.

Dispersão tardia relativa ao clima

Um aquecimento global há aproximadamente 8 mil anos abriu regiões ao norte do paralelo 54 e através do Estreito de Bering a grupos pioneiros de caçadores-coletores, cujas línguas se desenvolveram nas famílias linguísticas Urálica-Yukaghir, Chukchi-Kamchatkan, Esquimó-Aleut e Na-Dene.

Dominância de elite

O desenvolvimento de sociedades complexas possibilitou a algumas minorias a conquista de outras populações com menor tecnologia e imposição de suas línguas sobre elas. A família Altaica se propagou desta forma, assim como membros individuais de famílias pré-existentes, como a Indo-Européia e Sino-Tibetana.

² Aspas são usadas em famílias ou clados considerados controversos pela comunidade de linguistas.

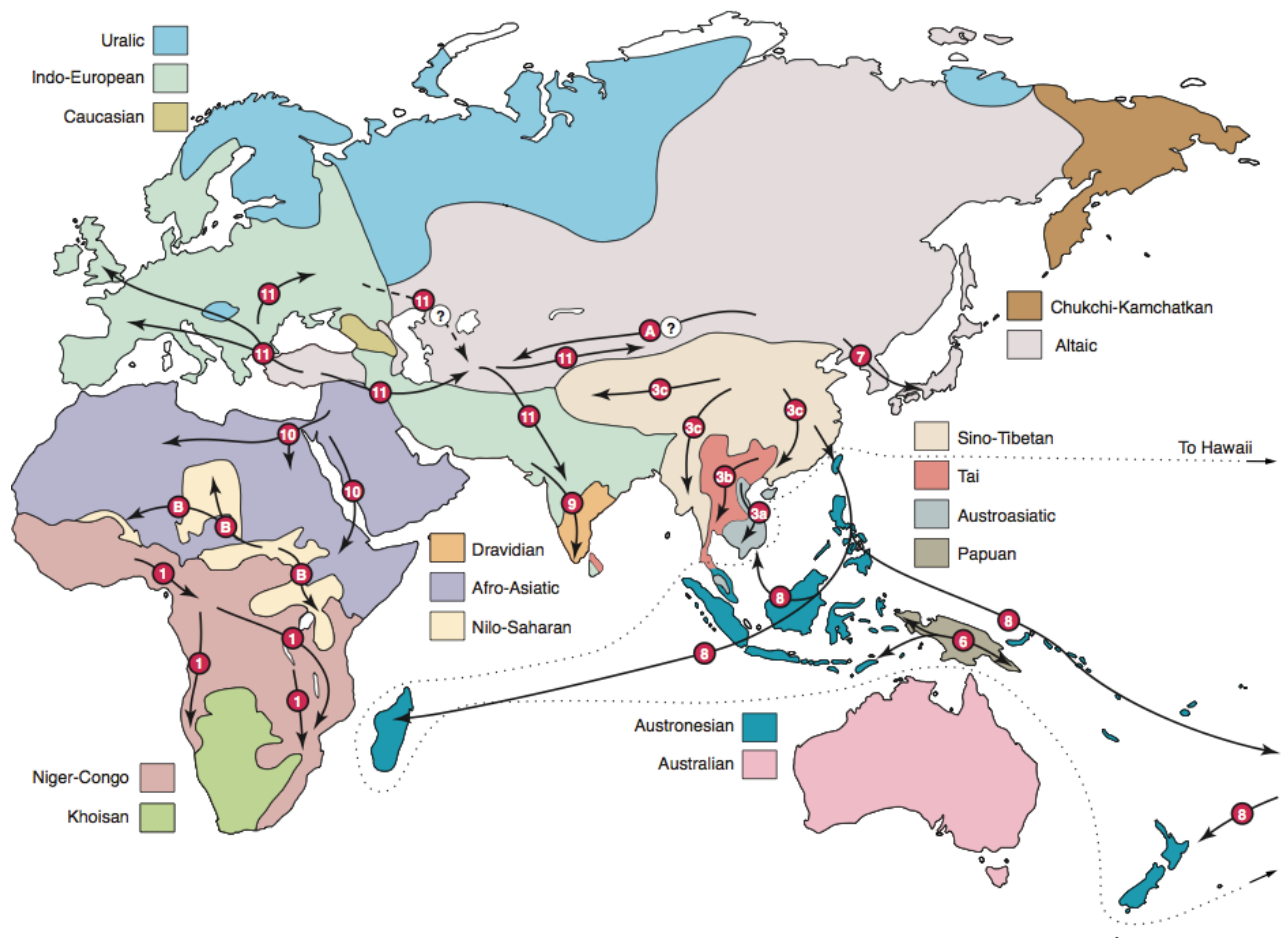


Fig. 4 Famílias linguísticas do Velho Mundo e suas expansões sugeridas, segundo Diamond et al., (2003). Exemplos numerados são 1 (Bantu), 3ª a 3c (Austro-Asiático, Tai e Sino-Tibetano), 6 (Trans Nova Guiné), 7 (Japonês), 8 (Austronésio), 9 (Dravídico), 10 (Afro-Asiático), 11 (Indo-Europeu). A (Turco), B (Nilo-Saariano).

5.3 O efeito fundador e as línguas

As expansões dos humanos modernos após sua saída da África são caracterizadas pelo efeito fundador em série³ (“serial founder effect”). A diferenciação genética entre as populações humanas tenderia a aumentar com sua distância geográfica. Além disso, a diversidade genotípica e fenotípica de cada população diminuiria com sua distância da África (PROVINE, 2004). Estudos recentes sugerem que um efeito fundador similar ao proposto por Mayr pode operar na cultura e na linguagem humana (ver RAMACHANDRAN et al., 2005).

3 Efeito fundador em série ou “serial founder effect”: O efeito fundador é caracterizado pela perda de variabilidade genética que ocorre quando uma nova população é estabelecida por uma amostra muito pequena de indivíduos de uma população inicial maior (MAYR, 1942 apud PROVINE, 2004). O efeito fundador em série ocorre quando populações migram através de longas distâncias, realizando diversos movimentos migratórios intercalados por estabelecimentos; em cada movimento, somente parte da diversidade genética é carregada.

Para verificar a similaridade entre estes mecanismos evolutivos, são analisadas as estruturas sonoras de diferentes línguas. Atkinson (2011) demonstra que a diversidade fonêmica usada em uma amostra global de 504 línguas também sofre declínio e se encaixa em um modelo de efeito fundador em série de expansão a partir de uma origem inferida na África. Este resultado aponta para um paralelo entre os mecanismos que moldam diversidade genética e linguística e indica uma origem africana das línguas dos humanos modernos. A diversidade fonêmica também pode ser usada para estimar a data de surgimento da linguagem verbal, porém estes estudos estão em seu início e requerem mais testes (PERREAULT; MATHEW, 2012).

6. COMPARAÇÃO ENTRE ÁRVORES GENÉTICAS E LINGUÍSTICAS

6.1 O que foi proposto?

Diversos autores tentaram estabelecer um paralelo entre grupos genéticos e linguísticos (ver CAVALLI-SFORZA et al., 1988; BARBUJANI, 1991; BALANOVSKY et al., 2011). Com este objetivo, Cavalli-Sforza et al. (1988) – pioneiros na área – escolheram 42 populações humanas, as quais pertencem a dezesseis famílias linguísticas. Estas famílias (e algumas superfamílias) foram mapeadas na árvore genética e correlacionadas (fig. 5). Os autores colocam que a relação entre as árvores está longe de ser casual, havendo significativa congruência entre elas.

Em uma revisão de 15 estudos sobre o assunto, Barbujani (1991) demonstrou que seis deles tiveram associações significativas entre evolução genética e linguística. Cavalli-Sforza et al. (1994) defendem que este resultado é altamente significativo já que é esperado menos de um estudo com associações significativas para que o paralelismo ao acaso tenha significância.

Dentre as populações escolhidas não há falantes de línguas caucasianas. Balanovsky et al. (2011) recentemente correlacionaram a evolução das línguas da região do Cáucaso com árvores genéticas de suas populações, encontrando resultados de significância, porém com incongruências.

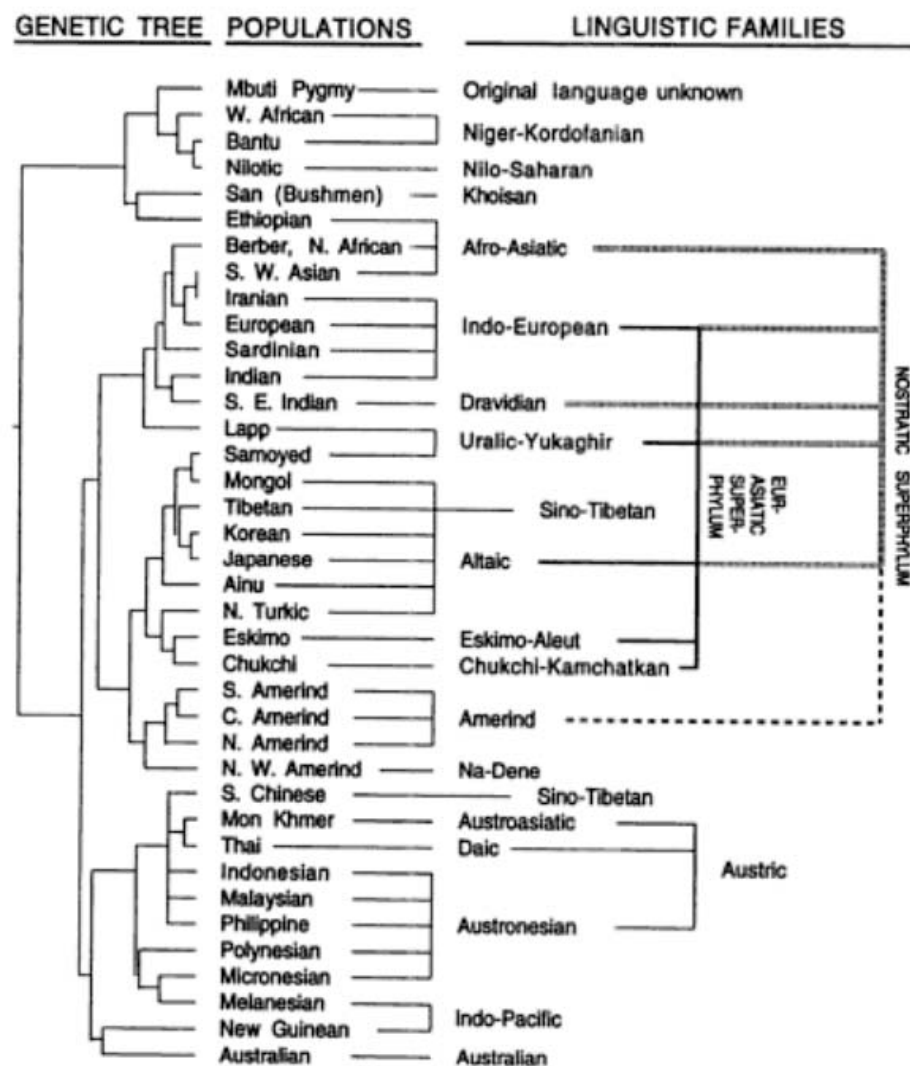


Fig.5 Paralelismo entre as árvores genéticas humanas e as famílias e superfamílias linguísticas, segundo Cavalli-Sforza et al. (1988).

6.2 Por que há estreitas similaridades entre árvores genéticas e linguísticas?

A maior explicação para a correlação entre evolução genética e linguística é a história das populações e seus fatores mais importantes são os eventos de fissão. Duas populações que se separam começam processos de diferenciação tanto de genes como de línguas. É razoável assumir que quanto maior o isolamento e mais tempo se passar desde a separação entre elas, maiores serão as divergências. Segundo Cavalli-Sforza et al. (1992), “estes processos não precisam ter taxas evolutivas exatamente constantes, porém uma proporcionalidade temporal grosseira é expectativa razoável para ambos”. Para Renfrew (1992), a suposição de “proporcionalidade grosseira” gera problemas e debates em torno da glotocronologia, não

permitindo a analogia segura entre mudanças nas línguas e nas sequências de DNA. Contudo, a história das grandes fissões no processo de expansão de *Homo sapiens* pode elucidar fatores importantes tanto da evolução genética quanto linguística, permitindo-nos relacioná-las de maneira mais eficiente.

Após eventos de fissão e de estabelecimento de novas línguas, podem ser estabelecidas barreiras linguísticas entre populações. É importante ressaltar que o modelo de isolamento por distância gera a expectativa de que a distância genética aumenta com a distância geográfica. No caso de isolamento linguístico, pode haver também isolamento genético, com diminuição no fluxo gênico, mesmo em populações geograficamente próximas (BARBUJANI, 1991). Em 18 vilas de Bougainville, Oceania, foram observadas baixas correlações entre distâncias genéticas e geográficas e altas correlações entre distâncias genéticas e linguísticas. Houve também grandes diferenças genéticas em zonas de transição linguística e casamentos ocorriam essencialmente dentro de grupos linguísticos (FRIEDLAENDER et al., 1971). Nestas vilas, as barreiras sociolinguísticas foram responsáveis pela diminuição do fluxo gênico, mesmo não havendo barreiras geográficas ou de dispersão.

Nos eventos de fissão ocorrem processos de divergência entre as línguas. Este processo é análogo à divergência na evolução das espécies. Já o processo de convergência consiste - no jargão da linguística - em situações de empréstimo linguístico ou transmissão horizontal (CAVALLI-SFORZA et al., 1988). Além de divergência e convergência, Renfrew (1994) coloca mais dois processos responsáveis pela transformação linguística: colonização inicial e substituição linguística. Estes processos serão tratados mais adiante.

Além de separação, outros fatores podem ter efeitos similares na evolução genética e linguística e contribuir para esta correlação; como tamanho populacional e trocas migratórias. Populações menores favorecem diferenciação genética mais rápida e alguns autores sugerem que pode ocorrer o mesmo efeito nas línguas; porém os mecanismos da evolução linguística são pouco conhecidos para fortalecer esta idéia. Trocas migratórias entre duas populações favorecem tanto trocas genéticas quanto linguísticas e, portanto, diminuem e desaceleram a divergência nos dois casos. Por exemplo, em etíopes e lapões observou-se que misturas para genes e línguas não são paralelas, pois são afetadas por diferentes restrições (CAVALLI-SFORZA, 1994).

6.3 Por que há incongruências no paralelismo entre evolução linguística e genética?

Nas 42 populações escolhidas por Cavalli-Sforza et al. (1988), a correspondência entre grupos genéticos e famílias linguísticas é alta, mas possui limitações. Por exemplo, dentro da família Afro-Asiática há dois ramos diferentes da árvore genética: os etíopes, geneticamente africanos, e os berberes, geneticamente caucasóides (CAVALLI-SFORZA et al., 1994). O mesmo ocorre na família Urálica, sendo os semoiedas geneticamente mongolóides e os lapões, caucasóides (GUGLIELMINO-MATESSI et al., 1991). Outro exemplo é o dos bascos que, apesar de considerados um grupo distante genética e linguisticamente, são tidos como geneticamente proto-europeus, tendo sofrido algum fluxo gênico através dos anos (MOURANT, 1954). As mesmas limitações são encontradas nos outros estudos, levando em conta aspectos particulares da história de cada grupo.

A maior explicação para as incongruências entre as árvores, assim como para seus paralelos, reside na história das populações. Há diversos fatores que podem causar exceções e Huxley (1865) foi um dos primeiros a citar o principal deles, a substituição linguística, e também o fluxo de genes – ou substituição de genes.

Substituição linguística e fluxo gênico

O reconhecimento de que indivíduos ou grupos podem vir a falar uma língua diferente daquela de seus ancestrais nos leva a refletir sobre a validade de árvores linguísticas criadas somente através do método comparativo (Renfrew, 1992).

A substituição linguística pode ocorrer devido às expansões populacionais geradas por pressões demográficas, em que um grupo - de tecnologia exploratória - se estabelece em uma área inabitada ou habitada por populações em menor densidade e economicamente mais primitivas. Neste caso, ocorre mudança considerável na frequência gênica, assumindo que as populações originais diferem geneticamente, como nas diversas expansões agrícolas tratadas anteriormente. Renfrew (1987, 1989) sugere que a expansão de fazendeiros do Oriente Médio, supostamente a causa da dispersão da agricultura, foi responsável por propagar as línguas indo-européias. Um segundo mecanismo de substituição linguística é a conquista por uma minoria, em que há dominação de população maior por uma menor, com hierarquia social e organização militar desenvolvidas. Os traços genéticos dos invasores seriam modestos para modificar o pool gênico da população, porém estes possuem acesso preferencial a parceiros matrimoniais. Além disso, estes são na sua maioria homens, não havendo mudança substancial no DNA mitocondrial da população original. Este tipo de conquista, porém, nem

sempre inclui substituição linguística. Diversas invasões bárbaras após a queda do império romano não tiveram efeito nas línguas locais, tendo havido somente substituição de genes. Um outro mecanismo é aquele que dá origem a línguas francas, ou de comunicação. Ocorre quando sistemas de troca entre populações envolvem intermediários, podendo haver transformação da língua secundária (pidgin) em primária (crioulo). Ocorre, neste caso, algum fluxo gênico. Um quarto cenário de substituição de línguas é o colapso de sistemas, em que há dominância de uma elite ou modificação nos limites territoriais (RENFREW, 1992).

Em alguns casos, a diferenciação entre substituição linguística e de genes pode ser identificada rapidamente através de informação histórica. No processo de substituição de genes podem ser geradas populações geneticamente intermediárias. Este processo não acompanha, necessariamente, substituição linguística; há contribuições para o léxico vizinho, porém a estrutura da língua é mais estável e há grupos de palavras mais conservados. O contrário também acontece, havendo total substituição linguística sem mudança genética (CAVALLI-SFORZA, 1994).

Alguns casos de substituição linguística são historicamente documentados; por exemplo, o Latim se expandiu pela Europa Oriental e outros países sob o domínio romano, e houve substituições massivas na expansão das línguas européias pela América ou Austrália, ou do árabe pela África.

Transmissão horizontal

Outro fator que influencia o paralelo entre grupos genéticos e famílias linguísticas é a convergência. Como explicado anteriormente, o termo “convergência” é utilizado na linguística para designar similaridades que ocorrem por influências e empréstimos linguísticos mútuos entre duas populações; autores divergem, no entanto, sobre o efeito destas relações na formação de novas línguas e no fluxo gênico – a contrapartida genética da convergência - entre as populações (ver TRUBETZKOY, 1969 APUD CAVALLI-SFORZA; FELDMAN, 1981).

Taxas evolutivas

Como já mencionado, algo discrepante entre evolução genética e linguística são as taxas com que elas se diferenciam. Mudanças linguísticas ocorrem muito mais rapidamente e duas línguas podem se tornar mutuamente ininteligíveis em mil anos ou menos, devido à diferenciação progressiva (RENFREW, 1992).

7. DISCUSSÃO

7.1 Línguas e espécies, semelhanças e diferenças

O estabelecimento de semelhanças entre evolução biológica e evolução cultural se mostrou útil no entendimento dos mecanismos que permeiam a transformação de caracteres culturais ao longo do tempo, esclarecendo sua história evolutiva (MESOUDI et al., 2006b). O quadro 1 resume as analogias propostas por diversos autores citados neste trabalho.

Quadro 1. Analogias propostas entre os mecanismos de evolução linguística e das espécies

Evolução das Espécies	Evolução linguística
Mutação	Inovação/mudança no som e significado ¹
Hereditariedade	Transmissão para a prole ¹
Subespécies ou subclados	Dialetos, subfamílias etc ¹
Divergência alopátrica e simpátrica	Divergência geográfica e sociolinguística ¹
Barreiras no fluxo gênico	Barreiras linguísticas ²
Efeito fundador em série	Perda de variabilidade linguística em sucessivas migrações ³
Tamanho populacional x diferenciação genética	Tamanho populacional x diferenciação linguística ⁴
Trocas migratórias gerando troca genética	Trocas migratórias gerando troca linguística ⁴
Especiação (infertilidade)	Diferenciação progressiva (perda da comunicação) ⁴
Restrições evolutivas	Restrições evolutivas (valor adaptativo da linguagem falada) ⁵
Homologia	Cognatos ⁶
Transferência horizontal de genes	Empréstimos linguísticos ⁶
Extinção	Extinção ⁶

(¹SERENO, 1991; ²BARBUJANI, 1991; ³ATKINSON, 2011; ⁴CAVALLI-SFORZA et al., 1994; ⁵GRAY et al., 2010; ⁶PAGEL, 2009)

Também são esperadas – e encontradas de fato – diversas diferenças entre línguas e espécies ou genes, como discutido. Apesar da analogia entre os mecanismos de especiação e diferenciação progressiva de línguas, uma nova língua pode se diferenciar em algumas centenas de anos, enquanto os eventos de especiação levam na ordem de milhões de anos. Além disso, uma língua pode ser substituída por outra inteiramente nova em três gerações, como resultado da dominação de um povo por outro, obscurecendo árvores linguísticas (CAVALLI-SFORZA et al., 1994). Outro aspecto é a “convergência” ou transmissão horizontal; os empréstimos linguísticos se tornaram cada vez mais frequentes após o advento da agricultura e maior interação entre povos e, apesar de também presente na evolução biológica (ou darwiniana), a transmissão horizontal ocorre de maneira muito menos frequente (SEARLS, 2003).

7.2 Sobre o uso de métodos filogenéticos na mudança linguística:

Diversos autores argumentam contra a aplicabilidade de analogias darwinianas à cultura (KROEBER, 1948; GOULD, 1987; TERREL, 1988; MOORE, 1994). Dentre seus argumentos mais frequentes estão a substituição linguística e de genes (ou fluxo gênico), falta de consistência nas taxas evolutivas e os empréstimos linguísticos.

É importante, no entanto, ressaltar a presença de fortes restrições evolutivas na mudança linguística devido à necessidade de comunicação (GRAY et al., 2010). Por isso, apesar das rápidas mudanças sofridas pelas línguas, elas não podem sofrer revoluções abruptas. Em contraste, diversos outros caracteres culturais não compartilham estas restrições estabilizadoras e transmissões horizontais podem modificá-los radicalmente. Um exemplo é a transmissão de novas tecnologias. Segundo o paleontólogo Stephen Jay Gould (1987): “Five minutes with (...) a bow and arrow may allow an artisan of one culture to capture a major achievement of another”. A estabilidade relativa das línguas permite argumentar a favor do pequeno impacto da transmissão horizontal sobre a integridade linguística e, portanto, maior validade das árvores linguísticas. Além disso, torna-se razoável estabelecer uma maior aproximação entre evolução das espécies e evolução das línguas, em relação a outros aspectos da cultura, sendo possível representar ambos os processos na forma de uma árvore e permitindo o uso de métodos computacionais filogenéticos para demonstrar suas mudanças ao longo do tempo.

É necessário ressaltar que a construção de árvores linguísticas completas e verdadeiramente filogenéticas somente é possível se todas as incongruências históricas forem levadas em consideração. A substituição linguística e de genes, além de outras exceções, pode ser detectada a partir de mais estudos históricos e arqueológicos dos eventos de fissão, cuja produção é escassa e necessária (RENFREW, 1992).

Outro ponto a ser considerado é a individualidade histórica de cada língua ou família linguística. Renfrew (1994) afirma que sem as substituições linguísticas, os mapas de distribuição de línguas mostrariam um mosaico de pequenas unidades linguísticas. Um padrão parecido ocorre nas línguas aborígenes da Austrália, exemplo que deve ser estudado sob focos diferentes.

7.3 Sobre o estabelecimento de correlações entre evolução linguística e genética:

Nota-se que as razões para o paralelismo entre evolução linguística e genética são os

pontos em comum entre os mecanismos que operam nos dois processos. Do mesmo modo, as incongruências na correlação entre as árvores se sobrepõem às incongruências entre os mecanismos evolutivos envolvidos em cada lado. É necessário, portanto, analisar o funcionamento dos dois tipos de evolução para detectar possíveis incongruências.

A individualidade histórica também é uma questão crucial ao tentarmos traçar paralelos entre a genética das populações atuais e suas unidades linguísticas. Populações que apresentam o mosaico citado acima, por exemplo, são diversas linguisticamente pois sua transferência gênica foi total quando colonizaram o território que ocupam até hoje.

Barbujani (1991) discorre sobre duas abordagens na análise comparativa de frequências gênicas e línguas. Na abordagem histórica, filogenias são inferidas através das diferenças linguísticas, assumindo que uma língua comum significa uma origem comum e línguas relacionadas indicam uma origem comum mais antiga. Neste caso, o fluxo gênico é desconsiderado e diferenças genéticas são interpretadas em termos de deriva genética, sendo relacionados linearmente ao tempo da fissão populacional. Na abordagem geográfica, foca-se na distribuição espacial de fatores, testando a hipótese de isolamento por distância. Diferenças genéticas são, portanto, inversamente relativas à quantidade de fluxo gênico, o qual depende da distância entre populações ou presença de barreiras. Uma destas abordagens, portanto, enfatiza o papel da deriva no aumento da divergência genética e, a outra, o papel do fluxo gênico em sua redução. Dependendo de qual abordagem for escolhida, pode haver incongruências no resultado, já que em linguística e genética cada população é um caso. É esperado que as duas abordagens gerem resultados similares; porém são necessários modelos que possam prever processos de ramificação histórica e isolamento geográfico. Além disso, são necessários métodos que permitam a discriminação entre eles, já que cada abordagem é parcial.

7.4 De Darwin a Cavalli-Sforza:

If we possessed a perfect pedigree of mankind, a genealogical arrangement of the races of man would afford the best classification of the various languages now spoken throughout the world; and if all extinct languages, and all intermediate and slowly changing dialects, were to be included, such an arrangement would be the only possible one. Yet it might be that some ancient languages had altered very little and had given rise to few new languages, whilst others had altered much owing to the spreading, isolation, and state of civilization of the several co-descended races, and had thus

given rise to many new dialects and languages. The various degrees of difference between the languages of the same stock, would have to be expressed by groups subordinate to groups; but the proper or even the only possible arrangement would still be genealogical; and this would be strictly natural, as it would connect together all languages, extinct and recent, by the closest affinities, and would give the filiation and origin of each tongue (CHARLES DARWIN, 1859, p. 422).

The central question is, why should there be any congruence between genetic and linguistic evolution? The main reason is that the two evolutions, in principle, follow the same history, which can be represented, in a simplified or sometimes oversimplified way, as a sequence of fissions. In two or more populations that have separated, there begins a process of differentiation of both genes and languages (...) The average rates and modes of change can be quite different for genes and languages (and indeed they are). Of course, it is reasonable to expect that later events, like language replacements and/or gene substitutions, may blur the picture; but our conclusion was that they do not blur it entirely (CAVALLI-SFORZA et al., 1994, p. 380-381)

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No geral, os estudos acerca de evolução linguística - e evolução cultural como um todo – demonstram a necessidade de uma abordagem interdisciplinar. Esta se faz ainda mais necessária quando o objetivo é estabelecer correlações. Sendo assim, trabalhos a respeito do paralelismo entre evolução linguística e genética se beneficiam de uma visão pluralista em relação aos diferentes campos envolvidos (linguística, genética, biologia evolutiva, arqueologia, etc.), porém específica em relação as particularidades de cada caso.

Diversos autores citados neste trabalho encontraram algum paralelismo entre evolução linguística e genética, tendo em vista as exceções históricas particulares em cada situação. Muitos deles argumentam a favor de mais estudos que exponham de maneira completa os mecanismos de evolução linguística, comparando-os aos de evolução genética ou biológica como um todo. A validade de uma teoria unificada que englobe evolução cultural e evolução biológica é bastante discutida no mundo científico. Os avanços atuais aparecem na forma de estudos multidisciplinares e reforçam a analogia entre os dois campos, desvendando aspectos da história evolutiva humana, desde o advento da linguagem verbal até os dias de hoje

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTER, S. G. “Curiously parallel”: Analogies of language and race in Darwin’s *Descent of man*. A reply to Gregory Radick. **Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, Oxford, n. 39, p. 355–358, 2008.
- ATKINSON, Q. D. Phonemic diversity supports a serial founder effect model of language expansion from Africa. **Science**, New York, n. 332, p. 346–349, 2011.
- BALANOVSKY, O.; DIBIROVA, K.; DYBO, A. et al. Parallel evolution of genes and languages in the Caucasus region. **Molecular Biology and Evolution**, Chicago, n. 28, p. 2905-2918, 2011.
- BARBUJANI, G. What do languages tell us about human macroevolution? **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, n. 6, p. 151-156, 1991.
- BENGTSON, J. D.; RUHLEN, M. **Global etymologies: genetic Classification of Languages**. V. V. Shevoroshkin Press, 1994.
- BOYD, R.; RICHERSON, P. J. **Culture and the evolutionary process**. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1985.
- BOYD, R.; RICHERSON, P. J. Response to our critics. **Biology and Philosophy**, Dordrecht, n. 23, p. 301-315, 2008.
- BOYD, R.; RICHERSON, P. J. Transmission coupling mechanisms: cultural group selection. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, London, n. 365, p. 3787-3795, 2010.
- CARTO, S. L.; WEAVER, A. J.; HETHERINGTON, R.; LAM, Y.; WIEBE, E. C. Out of Africa and into an ice age: on the role of global climate change in the late Pleistocene migration of early modern humans out of Africa. **Journal of Human Evolution**, London, n. 56, p. 139-151, 2009.
- CAVALLI-SFORZA, L. L.; FELDMAN, M. **Cultural transmission and evolution: a quantitative approach**. Princeton, NJ: Princeton University Press. 1981.
- CAVALLI-SFORZA, L. L.; PIAZZA, A.; MENOZZI, P.; MOUNTAIN, J. Reconstruction of human evolution: Bringing together genetic, archaeological and linguistic data. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, n. 85, p. 6002-6006, 1988.
- CAVALLI-SFORZA, L. L.; MINCH, E.; MOUNTAIN, J. Coevolution of genes and languages revisited. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, n. 85, p. 6002-6006, 1992.
- CAVALLI SFORZA, L. L.; MENOZZI, P.; PIAZZA, A. **The history and geography of human genes**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1994.

CAVALLI-SFORZA, L. L. **Genes, People, and Languages**. Berkeley, CA: University of California Press, 2000.

DARWIN, C. **On the origin of species by means of natural selection, or, The preservation of favoured races in the struggle for life**. London: J. Murray, 1859. p. 422.

DARWIN, C. **The descent of man, and selection in relation to sex**. London: John Murray, 1871. Disponível em: <<http://darwin-online.org.uk/>>. Acesso em: 29/03/2012

DIAMOND, J.; BELLWOOD, P. Farmers and their languages: The first expansions. **Science**, New York, n. 300, p. 597-603, 2003.

FRIEDLAENDER, J. S. Isolation by distance in Bougainville island. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, n. 68, p. 704-707, 1971.

GAMKRELIDZE, T. V.; IVANOV, V. V. The Early History of Indo-European Languages. **Scientific American**, New York, n. 262, p. 110-116, 1990.

GOULD, S. J. **An urchin in the storm**. New York, NY: W. W. Norton, 1987.

GRAY, R.D.; BRYANT, D.; GREENHILL, S.J. On the shape and fabric of human history. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, London, n. 365, p. 3923-3933, 2010.

GRAY, R. D., ATKINSON, Q. D.; GREENHILL, S. J. Language evolution and human history: what a difference a date makes. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, London, n. 366, p. 1090-1100, 2011.

GUGLIELMINO-MATESSI, C. R.; PIAZZA, A.; MENOZZI, P.; CAVALLI-SFORZA, L. L. Uralic genes in Europe. **American Journal Physical Anthropology**, Hoboken, v. 83, n. 1, p. 57-68, 1990.

HUXLEY, T.H. On the methods and results of ethnology. **Fortnightly Reviews**, London, n. 1, p. 257-77, 1865.

JACOBS, Z.; ROBERTS, R.G.; GALBRAITH, R.F.; DEACON, H.J.; GRUN, R.; MACKAY, A.; MITCHELL, P.; VOGELSANG, R.; WADLEY, L. Ages for the Middle Stone Age of Southern Africa: Implications for human behavior and dispersal. **Science**, New York, n. 322, p. 733-735, 2008.

KROEBER, A. L. **Anthropology: Race, language, culture, psychology, prehistory**. New York: Harcourt, Brace, 1948. Disponível em: <<http://archive.org/>>. Acesso em: 03/09/2012.

MAYR, E. **Systematics and the origin of species**. New York: Columbia University Press, 1942.

MESOUDI, A.; WHITEN, A.; LALAND, K. N. Towards a unified science of cultural

- evolution. **Behavioral and Brain Sciences**, Cambridge, n. 29, p. 329–383, 2006.
- MOORE, J. H. Putting anthropology back together again: The ethnogenetic critique of cladistic theory. **American Anthropologist**, Washington, n. 96, p. 925–48, 1994.
- MOURANT, A. E. **The distribution of the human blood groups**. Oxford: Blackwell Scientific, 1954.
- MULDER, M.; NUNN, C. L.; TOWNER, M. C. Cultural macroevolution and the transmission of traits. **Evolutionary Anthropology**, n. 15, p. 52–64, 2006.
- OSBORNE, A.H.; VANCE, D.; ROHLING, E.J.; BARTON, N.; ROGERSON, M.; FELLO, N. A humid corridor across the Sahara for the migration “Out of Africa” of early modern humans 120,000 years ago. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, n. 105, p. 16444–16447, 2008.
- PAGEL, M. Human language as a culturally transmitted replicator. **Nature Reviews. Genetics**, London, n. 10, p. 405–15, 2009.
- PERREAULT, C.; MATHEW, S. Dating the Origin of Language Using Phonemic Diversity. **Public Library of Science One**, San Francisco, n. 4, e35289, 2012.
- PROVINE, W. B. Ernst Mayr: genetics and speciation. **Genetics**, Austin, n. 167, p. 1041–1046, 2004.
- RAMACHANDRAN, S.; DESHPANDE, O.; ROSEMAN, C. C.; ROSENBERG, N. A.; FELDMAN, M. W.; CAVALLI-SFORZA, L. L. Support from the relationship of genetic and geographic distance in human populations for a serial founder effect originating in Africa. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, n. 102, p. 15942–15947, 2005.
- RENFREW, C. **Archaeology and language: The puzzle of Indo-European origins**. London: Jonathan Cape; New York: Cambridge University Press, 1987.
- RENFREW, C. Models of change in language and archaeology. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, London, v. 87, n. 2, p. 103–55, 1989.
- RENFREW, C. Archaeology, genetics and linguistic diversity. **Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland**, London, n. 27, p. 445–478, 1992.
- RENFREW, C. World linguistic diversity. **Scientific American**, New York, n. 270, p. 116–123, 1994.
- RENFREW, C.; BELLWOOD, P. **Examining the Farming/Language Dispersal Hypothesis**. Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research, 2002.
- RUHLEN, M. **A guide to the languages of the world**. Stanford, CA: Stanford University Press, 1975.
- RUHLEN, M. **A guide to the world's languages, 1, Classification (with postscript)**. Stanford: University Press, 1991.
- SEARLS, D. B. Trees of life and of language. **Nature**, London, n. 426, p. 391–392, 2003.

SERENO, M.I. Four analogies between biological and cultural/linguistic evolution. **Journal of Theoretical Biology**, London, n. 151, p. 467-507, 1991.

STEELE, J.; JORDAN, P.; COCHRANE, E. Evolutionary approaches to cultural and linguistic diversity. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, London, n. 365, p. 3781-3785, 2010.

SHIPLEY, J. T. **The origins of English words: A discursive dictionary of Indo-European Roots**. London: The Johns Hopkins University Press, 1984.

TERREL, J.E. History as a family tree, history as a tangled bank. **Antiquity**, London, n. 62, p. 642-657, 1988.

TRUBETZKOY, N.S. **Principles of Phonology**. Translation: C. Balthaxe. Los Angeles: UCLA Press, 1969.

ZUCKERKANDL, E.; L. PAULING. Molecules as documents of evolutionary history. **Journal of Theoretical Biology**, London, n. 8, p. 357-366, 1965.