



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA POLITÉCNICA DE SAÚDE
JOAQUIM VENÂNCIO

Bruno Alves Soares de Carvalho

**DA ORIGEM DO UNIVERSO AO HOMEM MODERNO: UMA PERSPECTIVA
EVOLUCIONISTA**

Rio de Janeiro

2018

Bruno Alves Soares de Carvalho

**DA ORIGEM DO UNIVERSO AO HOMEM MODERNO: UMA PERSPECTIVA
EVOLUCIONISTA**

**Monografia apresentada à Escola Politécnica de
Saúde Joaquim Venâncio – Fundação Oswaldo
Cruz (EPSJV-Fiocruz) como requisito parcial
para aprovação no Curso Técnico em Análises
Clínicas.**

Orientador(a): Flávio Henrique Marcolino da
Paixão.

Rio de Janeiro

2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio – Fundação Oswaldo Cruz (EPSJV-Fiocruz) pelo apoio institucional e por ter me proporcionado a incrível experiência de realizar essa monografia.

Agradeço ao meu orientador Flávio Paixão, por ter me acompanhado e me orientado em toda a trajetória de produção desse trabalho.

Agradeço também à minha família que nunca deixou de me apoiar e incentivar durante minha permanência na EPSJV, em especial minha mãe por ter sido minha base, não só por esses 4 anos, mas durante toda minha vida.

Agradeço a todos meus amigos que de alguma maneira me ajudaram no desenvolvimento desse projeto e por estarem do meu lado durante os 4 anos que frequentei a EPSJV.

Em especial, agradeço a minha amiga Ana Paula que por muitas vezes me ajudou na elaboração do projeto até tarde, mesmo ela não tendo obrigação nenhuma, e a minha amiga Anna Carolina que me deu o maior suporte nesse projeto, me ajudando com tudo que eu precisava, sem a ajuda dela o projeto não teria sido o mesmo.

*Nada na biologia faz
sentido exceto à luz
da evolução.
(Theodosius
Dobzhansky)*

RESUMO

A origem do primeiro ser vivo ainda é uma questão que gera dúvidas na população humana. Para isso, existe uma pluralidade de teorias acerca da evolução, as quais algumas destas teorias são mais destacadas que outras, a seleção natural e a adaptação ao meio, são exemplos disso. A partir da explicação destas teorias, pode-se compreender o surgimento do primeiro homínido até a origem do homem moderno. O objetivo da pesquisa visa compreender o surgimento das espécies, bem como os meios que levaram a sua evolução e o impacto que isso causou no âmbito social. O projeto fundamenta-se no aspecto qualitativo. Utilizará como recurso de pesquisa, documentos oficiais, livros de autores referenciados à área e artigos científicos. O projeto será destinado a todos que estão interessados em entender mais acerca da evolução biológica e seu impacto sobre o ecossistema atual, para que assim possa-se refletir sobre as atitudes que causam impacto no planeta.

Palavras-chave: evolução; especiação; seleção natural; evolução humana.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	07
JUSTIFICATIVA	10
OBJETIVOS	11
METODOLOGIA	12
CAPÍTULO 1 - A ORIGEM DO UNIVERSO E O SURGIMENTO DO PRIMEIRO SER VIVO	13
1.1 – A ORIGEM DO UNIVERSO.....	13
1.2 – A ORIGEM DO PRIMEIRO SER VIVO SEGUNDO RICHARD DAWKINS.....	16
CAPÍTULO 2 – EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS	21
2.1 – FIXISMO E EVOLUCIONISMO.....	21
2.2 – EVIDÊNCIAS DA EVOLUÇÃO.....	22
2.3 – TEORIAS DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA.....	26
2.3.1 –Evolução na perspectiva de Lamarck.....	26
2.3.2 –Evolução na perspectiva de Darwin.....	28
2.3.3 – Neodarwinismo.....	31
2.4 - A DIVERSIDADE DE SERES VIVOS E A DERIVA CONTINENTAL.....	32
2.4.1 - Nova Zelândia e sua singularidade.....	33
2.5 – ISOLAMENTO GEOGRÁFICO.....	34
2.5.1 – Mecanismos da especiação.....	35
CAPÍTULO 3 – EVOLUÇÃO HUMANA	37
3.1 – A ORIGEM DO PRIMEIRO HOMINÍDEO.....	37

3.2 - O HOMEM ANATOMICAMENTE MODERNO (<i>HOMO SAPIENS</i>)	40
3.3 - ÁRVORE FILOGENÉTICA HUMANA.....	43
3.4 - A SINGULARIDADE HUMANA E O QUE SE PODE ESPERAR DA HUMANIDADE.....	46
CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

INTRODUÇÃO

O planeta Terra se originou há 4,6 bilhões de anos. Sua origem pode ser explicada a partir da teoria do Big Bang. Esta teoria é baseada na crença de que o universo foi originado a partir de uma explosão cósmica. Também defendendo que os corpos celestes de hoje são produtos das transformações físicas dos fragmentos desta explosão (SOARES, 1990; NICOLINI et al. 2010; MOURA & SOBRINHO, 2013).

Ao longo de seu surgimento, o planeta Terra sofreu grandes alterações. No primeiro período, a Terra era caracterizada pelas altas temperaturas e as frequentes colisões com astros provenientes do espaço sideral. Com o seu resfriamento, ao passar dos anos por conta da solidificação da crosta na superfície em 10 milhões de anos, o planeta endureceu externamente e a fina camada de rocha solidificada isolou o exterior das altas temperaturas vindas do interior da Terra, o que fez a temperatura cair rapidamente, levando à estabilização do planeta. Este acontecimento foi fundamental para o aparecimento dos primeiros oceanos e na formação natural de rochas, as quais deram origem aos primeiros continentes. Estas alterações foram essenciais para a origem das primeiras células e, conseqüentemente, a vida na Terra (MOURA & SOBRINHO, 2013).

Em 1924 o bioquímico russo Alexander I. Oparin (1894-1980) e logo após, em 1929 o geneticista inglês J. B. S. Haldane (1892-1964), propuseram um método para comprovar a formação de moléculas mais complexas a partir de estudos sobre a origem da vida na Terra. Este método, atualmente conhecido como hipótese de Oparin-Haldane baseia-se na reação química, a partir de moléculas simples (metano, amônia e hidrogênio) que reagiram entre si e resultou na formação de biomoléculas mais complexas (aminoácidos, açúcares, ácidos nucléicos e lipídeos). Ao passar milhões de anos e gerado um grande acúmulo destas moléculas, elas combinaram uma com as outras formando biopolímeros (grandes moléculas, tais como: peptídeos, polissacarídeos, etc.). Passados outros milhões de anos, estes biopolímeros reagiram entre si formando a chamada estrutura coacervada, com isso, reações cada vez mais complexas ocorreram nos coacervados até o desenvolvimento do primeiro ser vivo (ZAIA & ZAIA, 2008; ZAIA 2004; ZAIA,2003).

Para entender como ocorreu a transição das estruturas simples vivas até a origem das estruturas mais complexas vivas atualmente, é importante compreender as diferentes visões de mundo acerca das modificações ocorridas nas espécies na natureza. Por muito anos as explicações

sobre a vida eram baseadas em teoria sob influência da religião. O primeiro pensamento que buscava entender tal situação é provindo da antiguidade, tido como verdade até meados do século XIX é o fixismo. A segunda concepção de mundo, em meados do século XVIII que contestava o ponto de vista fixista começou a se desenvolver, o chamado evolucionismo ou transformismo. O exemplo de que a natureza não se desenvolvia e a ideia do Deus criador foram substituindo-se pelo entendimento de que o processo de transformação é característico da natureza, assim sendo, de todos seres vivos (CARVALHO,2015; PATTI, 2017).

Há uma pluralidade de teorias que visam explicar a evolução dos seres vivos, o que leva a diferentes formas de entender tal assunto. Algumas destas teorias são mais destacadas que outras, a seleção natural e a adaptação ao meio, são exemplos disso. A teoria da seleção natural de Charles Darwin baseia-se na concepção de que os seres vivos passaram por um processo de seleção, a qual sobrevivem apenas os organismos mais capacitados para habitar determinado local. A adaptação ao meio de Jean-Baptiste de Lamarck consiste na ideia de que os seres vivos adaptam-se de acordo com o meio e suas mudanças, desenvolvendo características mais adequadas para sobreviver. Outras teorias são apresentadas, como o fixismo, o gene egoísta, o neodarwinismo e o neolamarckismo. Apesar dessa pluralidade de teorias e da dificuldade de entendê-las, estas diferentes abordagens baseiam-se em pressupostos básicos, acatado pelos cientistas interessados nas ciências biológicas (BASTOS, 2010).

Após milhares de anos, a Terra que era formada por um supercontinente, denominado Pangeia, fragmentou-se lentamente e os blocos continentais originados posicionaram-se na forma que é conhecida atualmente. Com essa divisão de terras, as espécies permaneceram no espaço que já pertenciam ou em um território similar ao que estavam antes da partição. Esta segregação foi suscetível ao isolamento geográfico, visto que algumas variedades de espécies se mantiveram conjuntamente nos continentes isolados (GILLUNG, 2011; SOARES, 1990).

Com o surgimento de novos ambientes e a segregação das espécies, o processo de especiação pode ser notado. A especiação é o processo pelo qual origina duas ou mais espécies a partir de uma população ancestral. Esse processo pode ocorrer por diversos fatores, sendo alguns deles, o isolamento geográfico e a redução do fluxo gênico (FISCHER; COLLEY, 2013; HARARI, 2014).

A especiação foi favorável para o surgimento do primeiro ser vivo ancestral dos seres humanos. Há cerca de 2,5 milhões de anos, surgiram animais bastante similares aos humanos

modernos. Entretanto, por várias gerações, esses animais não se destacaram perante a abundância de outros organismos que partilhavam do mesmo habitat. Não possuía qualquer indício de que algum dia seus descendentes se destacariam e fariam grandes feitos na história. Os humanos pré-históricos não tinham nada de especial, eram insignificantes. O impacto destes seres sobre o ambiente não era maior que o das demais espécies habitadas na Terra (HARARI, 2014).

Há cerca de 6 milhões de anos houve uma divisão na população de primatas no noroeste da África, fazendo com que duas linhagens de primatas dessem início a evoluir independentemente. Uma delas permaneceu no ambiente florestal e deu origem ao chimpanzé que existe hoje, enquanto que a outra diferenciou-se das demais espécies de primatas por conta das ocupações dos variados ambientes, do clima mais quente aos ambientes polares, dos desertos às montanhas, o que não ocorreu com a primeira linhagem de primatas, que persistiram nas florestas tropicais. A segunda linhagem de primatas, que se adaptou à ambientes mais abertos, sendo bastante exitoso evolutivamente, deu origem à espécie *Homo sapiens*, há 200 mil anos atrás (BRAGA, 2013; SANTOS, 2014; MEYER, 1992).

JUSTIFICATIVA

Esse tema foi estabelecido pela curiosidade sobre a origem da vida, bem como sua importância acerca do desenvolvimento dos seres vivos, especialmente da espécie humana. Sabendo os motivos que foram levados para evolução, entenderemos como esses fatores modificaram a população e irá modificar daqui a alguns anos, fazendo com que nos adaptemos as novas condições ambientais.

A especiação e a extinção sempre existiram na história do nosso planeta, se tivermos uma base quanto a isso podemos nos preparar para acontecimentos futuros, através de reflexões sobre o efeito de nosso comportamento nos ecossistemas naturais.

Continuando com os hábitos que prejudicam o planeta Terra, podemos causar certos problemas que afetará nossa vida no futuro e de nossos descendentes, como exemplo do aquecimento global, que já vem colocando em risco de extinção determinadas espécies.

Por fim, o projeto é destinado a todos que estão interessados em entender mais acerca da evolução biológica e seu impacto sobre o ecossistema atual, para que assim possamos refletir sobre nossas atitudes que causam impacto no planeta, uma vez que, ainda estamos fazendo parte da história e o processo de evolução ainda não terminou.

OBJETIVOS

O objetivo geral é compreender o surgimento do primeiro ser vivo e o processo de evolução das espécies até o surgimento do homem moderno.

Os objetivos específicos são:

- 1) Compreender o surgimento do planeta Terra;
- 2) Apresentar as teorias acerca do surgimento do primeiro ser vivo;
- 3) Analisar as diferentes teorias acerca da evolução biológica;
- 4) Estudar como ocorreu a diversificação das espécies;
- 5) Investigar os caminhos da evolução humana a partir de seus ancestrais hominídeos mais recentes;
- 6) Investigar a origem do homem moderno.

METODOLOGIA

O projeto estará baseado na abordagem qualitativa. Usará como recurso de pesquisa livros de autores de referência para a área e artigos selecionados por meio de revisão bibliográfica ampliada e não sistemática nas bases de dados Scielo e BDTD, havendo como parâmetro de busca a evolução biológica e seus fundamentos. Os livros utilizados são: *O gene egoísta* e *Sapiens: Uma breve história da humanidade*. O primeiro é utilizado no primeiro capítulo para explicar a origem do primeiro ser vivo na visão de Richard Dawkins, demonstrando a possível maneira da evolução da primeira estrutura viva no planeta Terra. Enquanto o segundo livro é abordado no terceiro capítulo para explicar melhor a origem do homem anatomicamente moderno.

Palavras-chave: Evolução biológica; Gene egoísta; seleção natural; evolução humana; hominídeos.

CAPÍTULO 1 – A ORIGEM DO UNIVERSO E O SURGIMENTO DO PRIMEIRO SER VIVO

1.1 A ORIGEM DO UNIVERSO

O planeta Terra se originou há 4,6 bilhões de anos. Sua origem pode ser explicada a partir da teoria do Big Bang. Esta teoria é baseada na crença de que o universo foi originado a partir de uma explosão cósmica. Também defendendo que os corpos celestes de hoje são produtos das transformações físicas dos fragmentos desta explosão. Ainda não pode ser dada como verdade a teoria citada, entretanto, há evidências que comprovam sua ocorrência. Além de ser a mais aceita pelos cientistas atualmente, juntamente com a teoria da inflação cósmica¹ (SOARES, 1990; NICOLINI et al. 2010; MOURA & SOBRINHO, 2013).

Ainda que houvessem evidências da teoria do Big Bang, diversas questões teóricas dificultavam a explicação precisa do acontecimento, até que, em 1982, o físico americano Alan Guth formulou a teoria do Big Bang inflacionário, que complementa a teoria do Big Bang. Por essa hipótese, o universo teria passado por uma fase de crescimento surpreendente, em que seu impulso inicial durou um tempo aproximadamente nulo e que as galáxias teriam sido formadas no período inflacionário, assim como, o planeta Terra (STEINER, 2006).

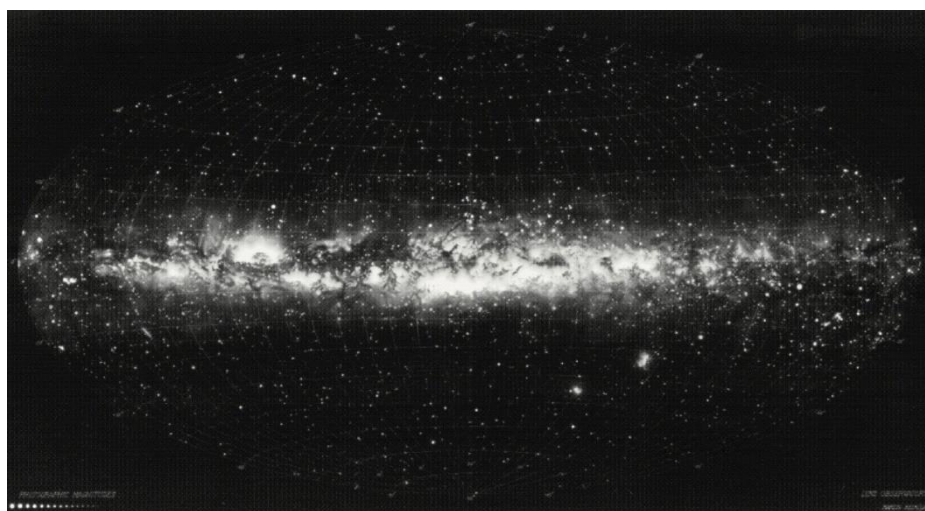


Figura 1: O mapa-múndi do céu, obtido por montagem de grande número de fotografias de todo o céu e montadas em um planisfério.

Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v20n58/20.pdf>

¹ Teoria baseada na ideia que uma fração de segundo após o Big Bang, o universo expandiu rapidamente, formando assim, as galáxias que conhecemos hoje.

Ao longo de seu surgimento, o planeta Terra sofreu grandes alterações. No primeiro período, a Terra era caracterizada pelas altas temperaturas e as frequentes colisões com astros provenientes do espaço sideral. Com o seu resfriamento, ao passar dos anos por conta da solidificação da crosta na superfície em 10 milhões de anos, o planeta endureceu externamente e a fina camada de rocha solidificada isolou o exterior das altas temperaturas vindas do interior da Terra, o que fez a temperatura cair rapidamente, levando à estabilização do planeta². Este acontecimento foi fundamental para o aparecimento dos primeiros oceanos e na formação natural de rochas, as quais deram origem aos primeiros continentes. Estas alterações foram essenciais para a origem das primeiras células e, conseqüentemente, a vida na Terra (MOURA & SOBRINHO, 2013).

A formação da biosfera³ e da litosfera⁴, há cerca de 3.8 bilhões de anos, tornou propício o aparecimento das primeiras formas de vida no planeta Terra. Embora as opiniões acerca do ambiente em que se deu origem à vida ainda possuam inúmeras teorias, a maioria dos cientistas defendem que a existência de vida na Terra deu início no ambiente aquático. Apesar disso, a ideia da presença de vida em ambientes terrestres, simultaneamente ao ambiente aquático, não foi descartada (FERREIRA et al. 2008).

A dúvida sobre a origem da vida não era uma questão que afligia a comunidade científica, pelo menos até o início do século XIX, uma vez que era um senso comum que a vida poderia ser criada através de uma matéria não viva. Tal entendimento é denominado geração espontânea ou abiogênese. A teoria da geração espontânea era aceita por muitos cientistas, filósofos e a humanidade em geral e sua ideia perdurou comumente por séculos. Esta ampla aceitação da geração espontânea pode soar equivocada para as pessoas dos séculos XX e XXI, entretanto, influentes pensadores, tais como Thales, Platão, Paracelso, Copérnico, Galileu, Francis Bacon, Descartes, não tiveram nenhum problema de ordem filosófica ou científica em aceitar a geração espontânea de seres vivos. Existiram até mesmo “receitas” para produzir os mais diferentes tipos de seres vivos, desde pequenos insetos e vermes até crocodilos, em que era utilizada matéria

² A Terra esfriou mais cedo? | Scientific American Brasil | Editora Segmento. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/a_terra_esfriou_mais_cedo_.html>. Acesso em: 29/03/2017.

³ Conjunto de todas as partes do planeta Terra onde existe ou pode existir vida, abrangendo regiões da litosfera, hidrosfera e atmosfera.

⁴ Camada exterior sólida da superfície da Terra, que inclui a crosta e a parte superior do manto terrestre.

orgânica em estado de putrefação. No entanto, essa teoria foi somente desacreditada pelos cientistas após Pasteur e Tyndall terem feito experimentos que desmentiam tal afirmação, no século XIX. Com isso, os cientistas buscaram estudar e propor outras teorias de como surgiu o primeiro ser vivo no nosso planeta (ZAIA & ZAIA, 2008; ZAIA 2004; ZAIA,2003).

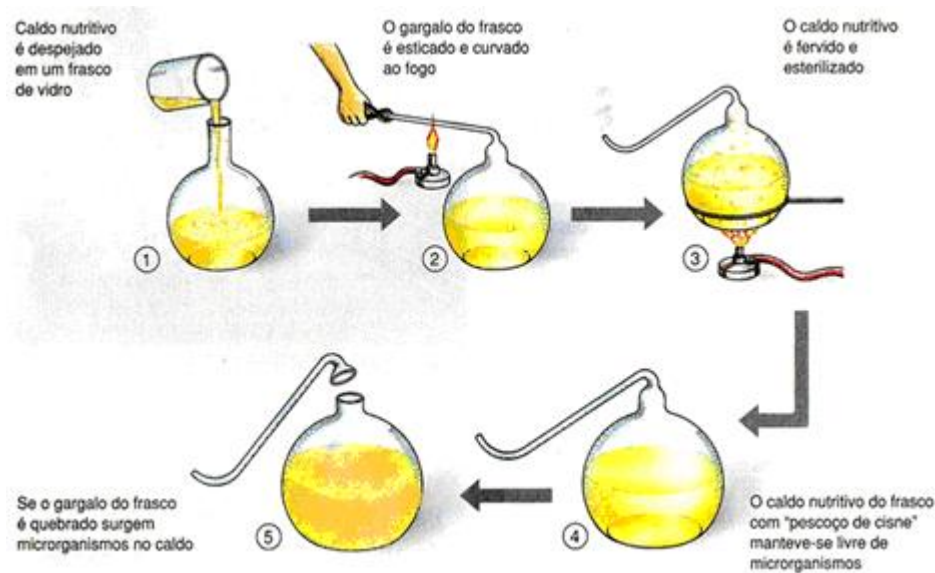


Figura 2: Experimento feito por Pasteur

Fonte: <https://estudandoabiologia.wordpress.com/2012/11/02/as-experiencias-de-pasteur/>

Em 1924 o bioquímico russo Alexander I. Oparin (1894-1980) e logo após, em 1929 o geneticista inglês J. B. S. Haldane (1892-1964), propuseram um método para comprovar a formação de moléculas mais complexas a partir de estudos sobre a origem da vida na Terra. Este método, atualmente conhecido como hipótese de Oparin-Haldane baseia-se na reação química, a partir de moléculas simples (metano, amônia e hidrogênio) que reagiram entre si e resultou na formação de biomoléculas mais complexas (aminoácidos, açúcares, ácidos nucleicos e lipídeos). Ao passar milhões de anos e gerado um grande acúmulo destas moléculas, elas combinaram uma com as outras formando biopolímeros (grandes moléculas, tais como: peptídeos, polissacarídeos, etc.). Passados outros milhões de anos, estes biopolímeros reagiram entre si formando a chamada estrutura coacervada, com isso, reações cada vez mais complexas ocorreram nos coacervados até o desenvolvimento do primeiro ser vivo (ZAIA & ZAIA, 2008; ZAIA 2004; ZAIA,2003).

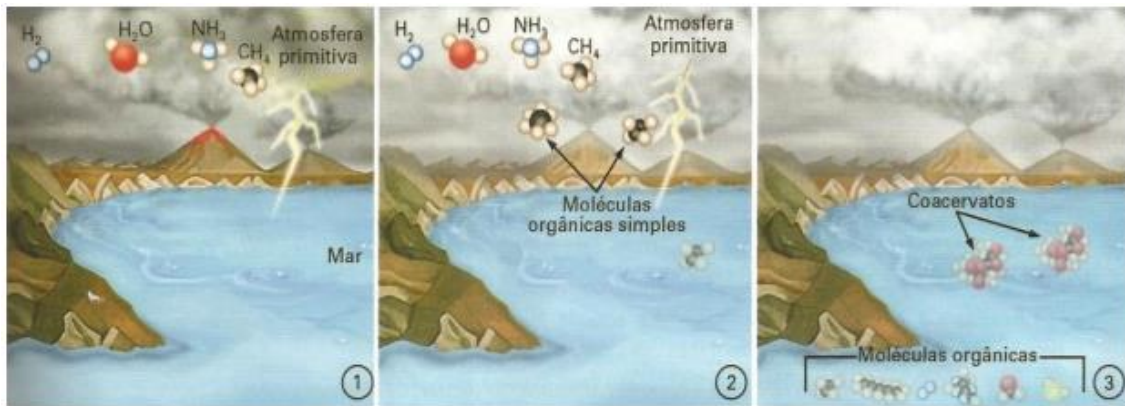


Figura 3: Hipótese de Oparin-Haldane
 Fonte: <http://www.bethbiologia.com.br/p/hipotese-heterotrofica.html>

1.2 A ORIGEM DO PRIMEIRO SER VIVO SEGUNDO RICHARD DAWKINS

Richard Dawkins, nasceu em 1941 no Quênia, e é um dos mais respeitados cientistas do mundo. Dentre suas obras estão incluídas: *O Relojoeiro Cego*; *A Escalada do Monte Improvável*; *Desvendando o Arco-íris*; *Deus, um delírio*; *O Maior Espetáculo da Terra: As Evidências da Evolução*, além do *Gene egoísta*, livro que inspirou esse capítulo. Dawkins é membro da Real sociedade de Londres e da Real sociedade de literatura. Seus livros são um sucesso de vendas, além de influenciar milhões de pessoas que os leem⁵.



Figura 4: Richard Dawkins
 Fonte: <https://www.richarddawkins.net/boardandstaff/>

⁵ Board and Staff | Richard Dawkins Foundation.
 Disponível em: <<https://www.richarddawkins.net/boardandstaff/>>. Acesso em: 02/05/2017.

No início era simplicidade. A proposta de Darwin sobre a teoria da evolução através da seleção natural é conveniente, pois mostra uma forma em que a simplicidade poderia ter se transformado em complexidade, como os átomos desordenados poderiam ter se agrupado em estruturas cada vez mais complexas e com isso estruturar uma forma de vida. A "sobrevivência do mais apto" de Darwin é, na verdade, um caso especial de uma lei mais geral, a lei da sobrevivência do estável. A primeira seleção natural se deu simplesmente pela seleção das formas estáveis e a rejeição das instáveis (DAWKINS, 1976, p.54 - 57).

O universo é ocupado por matérias estáveis. Uma matéria estável é uma concentração de átomos que seja suficientemente comum ou permanente para que seja necessário receber um nome. Pode ser, até mesmo, uma classe de entidades, como as gotas de chuva, que se formam em uma quantidade suficientemente alta para merecer uma denominação coletiva, mesmo que cada uma delas tenha vida curta. Tudo que é notado no universo e que requerem uma explicação, como as pedras, as galáxias, as ondas do mar, são arranjos mais ou menos estáveis de átomos (DAWKINS, 1976, p.54 - 55).

Antes do surgimento da vida na Terra, uma maneira rudimentar de evolução das moléculas poderia ter acontecido por meio de processos comuns e físicos. Se um grupo de átomos se estabelecer em uma estrutura estável, na presença de energia, tenderá a manter-se nesse estado. Por vezes, quando se encontram, os átomos se ligam entre si através de reações químicas para formar as moléculas, que podem ser mais ou menos estáveis. No sol, os átomos mais simples de todos, os átomos de hidrogênio, fundem-se para formar átomos de hélio pois, nas condições que ali predominam, a estrutura do hélio é mais estável. Átomos ainda mais complexos, estão se formando constantemente nas estrelas espalhadas por todo o universo desde o Big Bang. Sendo daí advindo, originalmente, os elementos do universo (DAWKINS, 1976, p.55 - 57).

Existe uma pluralidade de teorias sobre a origem da vida, porém todas apresentam certos traços em comum. Não se sabe quais matérias primas químicas eram abundantes na Terra antes do aparecimento da vida, entretanto as que mais podem ser admitidas são: a água, o dióxido de carbono, o metano e a amônia. Todas substâncias simples que estão presentes em pelo menos alguns dos outros planetas do sistema solar (DAWKINS, 1976, p.57).

Alguns cientistas químicos têm buscado reproduzir as condições químicas da Terra em seus primórdios. Eles colocam essas substâncias simples (água, dióxido de carbono, metano e amônia)

em um frasco, utiliza-se uma fonte de energia como a luz ultravioleta ou descargas elétricas, que visa simular artificialmente os relâmpagos primordiais. Após algumas semanas fazendo isso, é encontrado no interior do frasco um caldo ralo amarronzado com um grande número de moléculas mais complexas do que as originalmente colocadas ali. Particularmente foram encontrados aminoácidos, que basicamente são os blocos de construção que constituem as proteínas. Processos similares à esse descrito, deram origem à "sopa primordial" (mistura de compostos orgânicos que provavelmente deram origem à vida na Terra) a qual biólogos e químicos acreditam ter constituído os mares de 3 a 4 bilhões de anos atrás (DAWKINS, 1976, p.57 - 58).

Por conta da influência decorrente de energia, como a luz ultravioleta emanada pelo Sol, as substâncias orgânicas se combinavam em moléculas maiores. Nos dias atuais, moléculas orgânicas grandes não durariam tempo suficiente para serem notadas, uma vez que, seriam rapidamente absorvidas e desintegradas pelas bactérias ou por outros seres vivos. No passado, as grandes moléculas orgânicas conseguiam flutuar à deriva, sem serem eliminadas, por conta disso, o caldo se tornava cada vez mais denso. Em determinado momento formou-se, por acidente, uma molécula particularmente notável, não foi preciso que ela tenha sido a maior ou a mais complexa molécula existente, porém ela tinha uma especialidade única naquele momento, a capacidade de criar cópias de si mesma. Teoricamente, uma molécula que seja capaz de produzir cópias de si mesma não é tão difícil de imaginar quanto parece, só bastava ela aparecer uma única vez (DAWKINS, 1976, p.58 - 59).

Antes disso, provavelmente, não havia nenhum tipo particular de molécula complexa que fosse muito abundante na "sopa". Assim que surgiu essa molécula replicadora, logo espalhou suas cópias pelo mar, até que os blocos menores que constituíam essa molécula se tornassem um recurso escasso e as outras grandes moléculas comesçassem a se formar cada vez mais raramente (DAWKINS, 1976, p.60).

Uma vez chegada a uma numerosa população de réplicas idênticas é preciso mencionar uma propriedade importante de qualquer processo de replicação: ele não é perfeito, pode ocorrer erros nesse processo. Não se sabe com que grau de exatidão as moléculas replicadoras originais produziam suas cópias. Seus descendentes modernos, as moléculas de DNA, são extraordinariamente fiéis, se comparados com alguns processos de cópia humana do mais alto grau de fidelidade, porém até mesmo as moléculas de DNA, de vez em quando, produzem erros, e são esses enganos, que tornam possível a evolução (DAWKINS, 1976, p.60 - 62).

É bastante provável que as moléculas replicadoras originais fossem bem mais imprecisas, contudo o importante é que pode ter certeza de que os erros ocorriam e esse eram cumulativos. A medida que se formavam e se reproduziam cópias imperfeitas, a "sopa primordial" foi se enchendo, não de uma população de réplicas idênticas, e sim de diversas variedades de moléculas replicadoras, todas elas descendentes do mesmo ancestral. Dessa maneira, os replicadores que possuíam um maior tempo de vida em relação aos outros tenderiam a ser mais numerosos e por se manter constante a influência de outros fatores, haveria uma tendência evolutiva em direção a uma maior longevidade na população de moléculas. Uma outra característica das moléculas replicadoras que teria sido favorecida pela seleção é a precisão da replicação (DAWKINS, 1976, p.62 - 63).

De volta ao caldo primordial, ele, portanto, foi povoado por algumas variedades de moléculas estáveis; estáveis no sentido de as moléculas individuais durarem muito tempo, ou se replicarem com alto grau de precisão, ou ainda se replicarem a uma grande velocidade. A sopa primordial não tinha capacidade de prover o sustento de um número infinito de moléculas replicadoras, uma vez que as dimensões da Terra são finitas. Ao se tornar numerosas as moléculas replicadoras, os blocos de construção (aminoácidos) foram utilizados numa velocidade tão rápida que acabaram por se tornar um recurso escasso e precioso. Tal consequência gerou uma competição entre as diversas variedades dessas moléculas replicadoras por esse recurso (DAWKINS, 1976, p.63 - 65).

As variedades menos favorecidas tiveram como efeito se tornado menos numerosas por conta da competição, e que, finalmente, muitas delas se extinguíram. Com isso, as variedades de replicadores travaram uma luta pela existência, elas não sabiam que estavam lutando, e nem se preocupavam com isso. No entanto, se tratava de uma luta, no sentido de que qualquer cópia imprecisa que resultasse num nível mais alto de estabilidade, ou numa nova forma de reduzir a estabilidade das suas rivais, era automaticamente preservada e multiplicada (DAWKINS, 1976, p.65).

As formas de aumentar a própria estabilidade e de diminuir a estabilidade das rivais tornaram-se mais elaboradas e mais eficientes. Alguns replicadores podem até mesmo ter desenvolvido uma maneira de decompor quimicamente as moléculas dos outros competidores, usando os blocos construtores liberados para produzir mais cópias de si mesma. Outros replicadores descobriram uma forma de se proteger, seja quimicamente ou erguendo uma barreira física de proteína à sua volta (DAWKINS, 1976, p.65 - 66).

Os replicadores começaram não apenas a existir, mas também a construir revestimentos para si mesmos, métodos capazes de preservar sua existência. Os replicadores sobreviventes foram aqueles que construíram equipamentos de sobrevivência mais eficaz. De início, essas “máquinas” eram apenas um revestimento de proteção, porém com o tempo surgiram rivais com máquinas de sobrevivência mais eficientes. Essas “máquinas” se tornaram mais elaborados, tais que com o passar do tempo se tornaram maiores e mais elaboradas (DAWKINS, 1976, p.66).

Os replicadores nos criaram, o nosso corpo e a nossa mente, e a preservação deles é a razão da nossa existência. Percorreram um longo caminho, esses replicadores. Agora, são chamados de genes, e nós somos suas máquinas de sobrevivência. Sendo os primeiros replicadores “vivos” ou não, eles foram os ancestrais da vida (DAWKINS, 1976, p.64 - 66).

CAPÍTULO 2 - EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS

2.1 FIXISMO E EVOLUCIONISMO

Para entender como ocorreu a transição das estruturas simples vivas até a origem das estruturas mais complexas vivas atualmente, é importante compreender as diferentes visões de mundo acerca das modificações ocorridas nas espécies na natureza. Por muito anos as explicações sobre a vida eram baseadas em teoria sob influência da religião. O primeiro pensamento que buscava entender tal situação é provindo da antiguidade, tido como verdade até meados do século XIX é o fixismo. Tal entendimento defendia que cada espécie viva surgiu por uma obra divina de modo independente, sendo elas, imutáveis e possuindo sempre as mesmas características, formas, funcionamento e suas finalidades já definidas. Os seres vivos não teriam relações de parentesco e a espécie humana é considerada superior diante todas as outras espécies, pois há como crença que Deus criou o homem a sua imagem e semelhança (CARVALHO,2015; PATTI, 2017).

Não obstante, uma nova concepção de mundo, em meados do século XVIII que contestava o ponto de vista fixista começou a se desenvolver, o chamado evolucionismo ou transformismo. O exemplo de que a natureza não se desenvolvia e a ideia do Deus criador foram substituindo-se pelo entendimento de que o processo de transformação é característico da natureza, assim sendo, de todos seres vivos. Tal entendimento baseia-se na compreensão de que as espécies, assim como o estado natural de tudo existente no mundo, é a mudança e não a preservação, como pregava o fixismo. É relevante notar que, durante os séculos XVII e XIX o pensamento fixista e o evolucionista mantiveram-se simultaneamente na comunidade científica europeia. Tais fenômenos transformistas dão-se por modos que podem ser compreendidos por via de evidências, como exemplo de fósseis, bioquímica e embriologia comparada (CARVALHO, 2015).

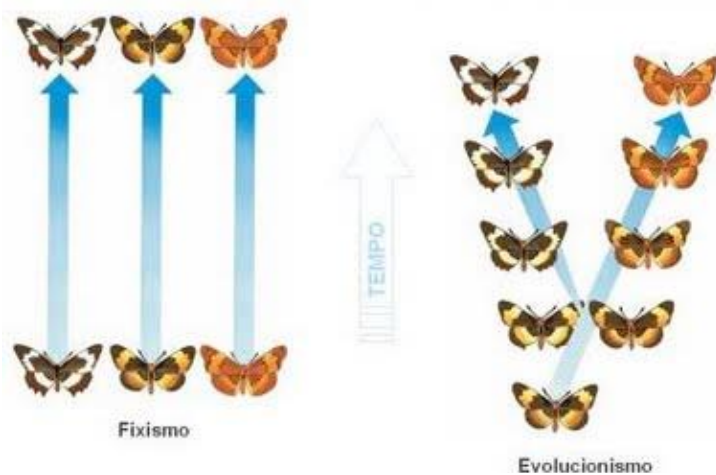


Figura 5: Corrente fixista e evolucionista
 Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=41295>

2.2 EVIDÊNCIAS DA EVOLUÇÃO

Os museus são fundações essenciais para a conservação de espécimes que representam a biodiversidade tida no passado e possui evidências que havia no planeta seres que foram extintos e que em diversos níveis possuem elos de parentesco com os seres atuais. De acordo com as teorias evolutiva, desde que surgiu vida no planeta Terra têm surgido espécies, desaparecido e mudado através do tempo. Com isso, a ciência atualmente dispõe de algumas evidências que sustentam o processo evolutivo, ou seja, mostra que a evolução biológica é uma realidade. Há várias categorias que podem ser classificadas as evidências (PATTI, 2017; URSI et al. 2015).

O registro fóssil é a única fonte direta de informações sobre a história da vida. Os estudos de paleontologia apresentam resquícios (restos de organismos) e vestígios (amostras da presença da espécie, como pegadas e moldes) de organismos extintos, mas que são bastante semelhantes aos organismos de hoje. Ao analisar o conjunto de registros fósseis é possível visualizar que a Terra de hoje em dia é totalmente diferente biologicamente do que era 65 milhões de anos atrás. Portanto, esses fósseis comprovam a modificação da vida através do tempo (PATTI, 2017).



Figura 6: Evidências fósseis

Fonte: <http://biologianet.uol.com.br/evolucao/principais-evidencias-evolucao.htm>

Existem também as evidências moleculares, em que a biologia molecular permite determinar o parentesco entre certos táxons⁶, comprovando-os através do sequenciamento e análise de seus códigos genéticos. Com essa análise, é possível revelar que em algum ponto da história evolutiva, os seres vivos tiveram um ancestral comum. Além disso, o código genético dos organismos também possui uma grande semelhança, uma vez que o DNA e o RNA somente apresentam quatro bases nitrogenadas diferentes que são responsáveis pelas características de cada organismo vivo que existem na Terra. Porém, são as pequenas diferenças presentes no genótipo que permitem que a filogenia das espécies seja traçada de maneira definitiva. Em alguns casos em que evidências morfológicas se mostravam duvidosas, a determinação do parentesco entre duas espécies foi definida através da análise molecular (PATTI, 2017).

Outra evidência da evolução, pode ser notada ao comparar estruturas anatômicas e comportamentos de diferentes espécies que se assemelham significativamente. Tal comparação pode indicar uma mesma origem dessas espécies, ou seja, que elas descendem de um ancestral comum, mesmo que essas estruturas comparadas não apresentem a mesma função no corpo do organismo. A semelhança entre algumas estruturas anatômicas pode comprovar que essas características foram selecionadas e por consequência, foram passadas para as gerações seguintes (PATTI, 2017).

⁶ O táxon indica uma unidade em qualquer nível de um sistema de classificação, sendo reino, gênero ou espécie.

É denominado órgão homólogo, quando uma espécie possui um órgão que se desenvolve da mesma forma da de outra espécie, podendo eles ou não possuir a mesma função, porém a origem embrionária é a mesma. Os estudos de anatomia comparada mostram que é provável que haja uma ancestralidade comum entre diferentes espécies que apresentam uma estrutura semelhante, porém adaptada ao ambiente onde cada espécie se encontra e o modo de vida de cada uma, pois é a consequência de uma herança parcial dos genes presentes no ancestral mais próximo entre essas duas ou mais espécies (PATTI, 2017).

Um exemplo de órgãos homólogos pode ser dado com base na nadadeira dos golfinhos e as asas dos morcegos. Ambos possuem a mesma origem embrionária e esqueletos com o mesmo plano estrutural, porém cada estrutura apresenta uma função, enquanto as nadadeiras do golfinho auxiliam na locomoção na água, as asas do morcego auxiliam no voo. Embora as asas do morcego e a nadadeira do golfinho possuam funções e estruturas diferentes, ambas são variações de um mesmo conjunto de ossos que foram selecionados pelo processo evolutivo ao longo do tempo de acordo com as pressões ambientais exercidas sobre as populações e a área que cada uma ocupou (PATTI, 2017).

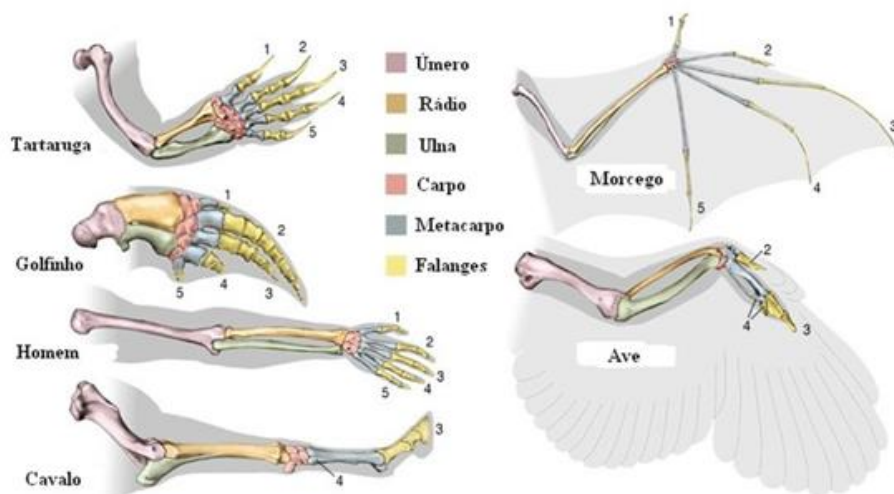


Figura 7: Órgãos homólogos

Fonte: <http://talesofthales.blogspot.com.br/2011/02/evolucao-convergente-iguais-mas.html>

Existem ainda, órgãos que possuem a mesma função, porém não possuem a mesma origem embrionária. Esses órgãos são denominados análogos, tendo como exemplo as asas de insetos e as asas do morcego. As duas desempenham a função de auxiliar no voo desses animais, entretanto elas não possuem a mesma origem embrionária. No entanto, órgãos análogos não são considerados evidência da evolução (PATTI, 2017).

Outra linha de evidência pode ser dada ao observar o desenvolvimento embrionário de diferentes grupos de animais, uma vez que os embriões de animais, em geral são bastante semelhantes entre si, principalmente em seus estágios iniciais, ainda que sejam muito diferentes em suas formas adultas. A medida que o embrião se desenvolve, mais ele possui características específicas do táxon a qual ele pertence. Portanto, o desenvolvimento embrionário também indica que em determinado ponto da escala evolutiva, todos os seres vivos possuíam um ancestral comum (PATTI, 2017).

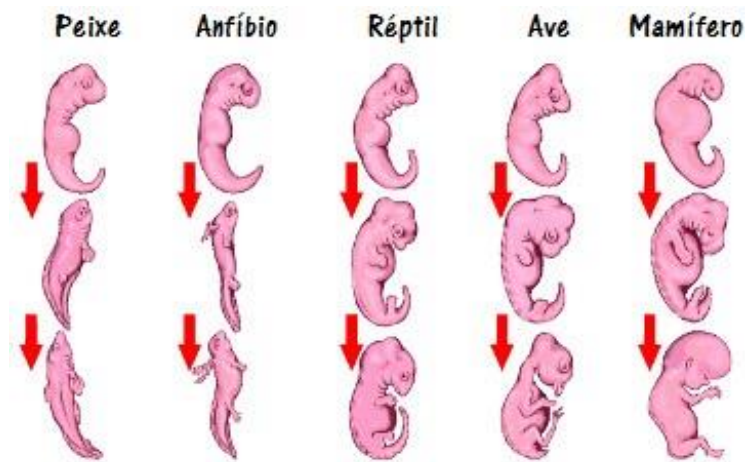


Figura 8: Semelhança entre os embriões de diferentes vertebrados.
Fonte: <http://biologianet.uol.com.br/evolucao/Orgaos-analogos-homologos.htm>

Acredita-se que evolução é o conjunto de processos que levam a modificações nos seres vivos ao longo do tempo, podendo dar origem a novas espécies a até extinções de algumas. Tentando encontrar respostas para os inúmeros questionamentos sobre a evolução, foram desenvolvidas variadas teorias para saciar tal saber (PATTI, 2017; URSI et al. 2015).

2.3 TEORIAS DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

Há uma pluralidade de teorias que visam explicar a evolução dos seres vivos, o que leva a diferentes formas de entender tal assunto. Algumas destas teorias são mais destacadas que outras, a seleção natural e a adaptação ao meio, são exemplos disso. A teoria da seleção natural de Charles Darwin baseia-se na concepção de que os seres vivos passaram por um processo de seleção, a qual sobrevivem apenas os organismos mais capacitados para habitar determinado local. A adaptação ao meio de Jean-Baptiste de Lamarck consiste na ideia de que os seres vivos adaptam-se de acordo com o meio e suas mudanças, desenvolvendo características mais adequadas para sobreviver. Outras teorias são apresentadas, como o fixismo, o gene egoísta, o neodarwinismo e o neolamarckismo. Apesar dessa pluralidade de teorias e da dificuldade de entendê-las, estas diferentes abordagens baseiam-se em pressupostos básicos, acatado pelos cientistas interessados nas ciências biológicas (BASTOS, 2010).

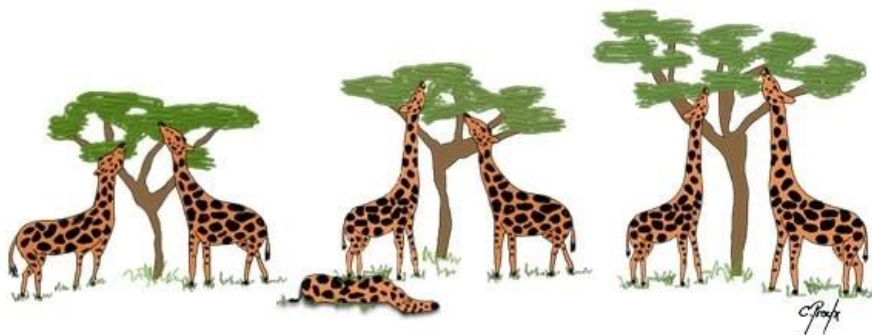


Figura 9: Seleção Natural de Darwin

Fonte: <https://partageonslessciences.wordpress.com/2013/11/08/evolution-des-especes-et-selection-naturelle-22/>

2.3.1 Evolução Na Perspectiva De Lamarck

Uma das primeiras teorias desenvolvidas que se opõe das ideias fixistas foi produzida por Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829). Seu trabalho, intitulado *Philosophie Zoologique*, publicado em 1809 visa explicar como os mecanismos evolutivos aconteciam. Para Lamarck, todas as espécies se modificavam com o tempo, respondendo às mudanças ambientais e desenvolveram uma forma, função, ou comportamento mais adequado às novas circunstâncias (SÉRIO;

MICHELETTO; ANDERY, 2009). Com o passar do tempo, os organismos, gradualmente, tornaram-se mais complexos (GASPAR; MATOS, 2014).



Figura 10: Jean-Baptist Lamarck

Fonte: <https://www.nature.com/articles/460688a>

A teoria de Lamarck tem como base, principalmente o uso e desuso dos órgãos. Ele propõe que, o uso de certas partes do corpo do organismo faz com que estas se desenvolvam mais que as outras, enquanto que o desuso faz com a parte do corpo se atrofie. Essas alterações causadas no organismo, pelo uso e desuso, são transmitidas aos descendentes. Assim, ficou conhecida a lei do uso e desuso (GASPAR; MATOS, 2014).

Um exemplo clássico dessa teoria citada por Lamarck para fortalecer sua hipótese, diz respeito a maneira pela qual as girafas adquiriram pescoços maiores. Segundo o lamarckismo, inicialmente as girafas possuíam pescoço curto e se alimentavam de plantas menores. Entretanto, algumas girafas, passaram a se alimentar de árvores maiores e por conta dos esforços constantes para alcançá-las levou a um maior comprimento do pescoço desses animais. Essa característica adquirida foi transmitida até que, por fim, surgiram as girafas atuais que são capazes de elevar a cabeça a uma altura de seis metros. Desse modo, ficou conhecida a lei da herança dos caracteres adquiridos, em que as aquisições ou perdas de um indivíduo, durante sua vida, são transmitidas para seus descendentes (FARIA, 1998 p.58).

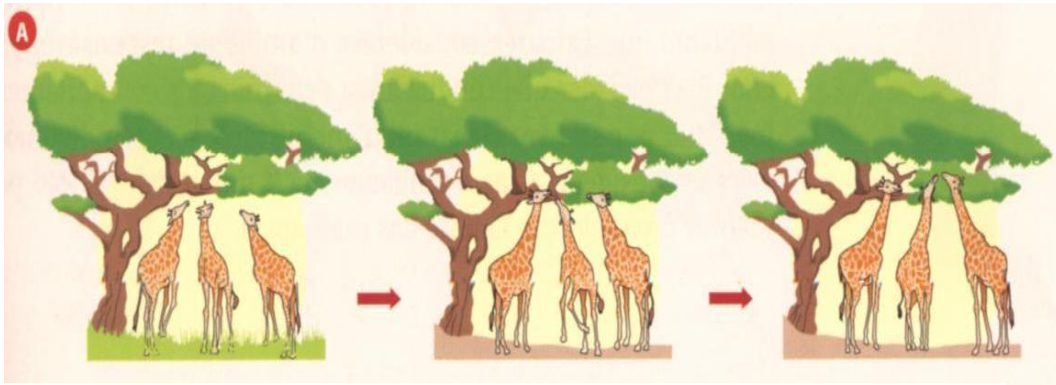


Figura 11: Lei do uso e desuso de Lamarck

Fonte: <http://evolucioacemell.blogspot.com.br/2014/02/ante-lamarck-abans-de-lamarck-es-creia.html>

Nos dias de hoje sabe-se que características adquiridas durante a nossa vida não podem ser passadas aos nossos descendentes, visto que somente mudanças genéticas podem ser herdadas pelos seus filhos. Além disso, Lamarck foi um dos primeiros a notar que o meio ambiente pode influenciar a vida dos seres vivos. Mesmo sabendo que alguns pontos do lamarckismo não condizem com o saber atual, as ideias de Lamarck contribuíram muito para o pensamento evolucionista e influenciaram diversos cientistas, sendo um deles, Charles Darwin (GASPAR; MATOS, 2014).

2.3.2 Evolução Na Perspectiva De Darwin

Charles Robert Darwin (1809-1882) foi um naturalista inglês, que realizou uma viagem de circunavegação ao redor do mundo a bordo de um navio intitulado H.M.S. Beagle. Durante sua viagem, iniciada em 1831 e terminada em 1836, Darwin pode observar a flora e a fauna mundial e com isso, foi capaz de perceber que os seres vivos sofrem alterações através do tempo. Nessa viagem, Darwin também explorou suas ideias sobre a ciência pela qual ele se dedicou por muitos anos e que publicou alguns livros, a geologia. O foco inicial de Darwin não era a evolução das espécies, porém ele não deixou de pensar neste assunto (CARMO; MARTINS, 2006; SILVA; PIGNATA, 2014)

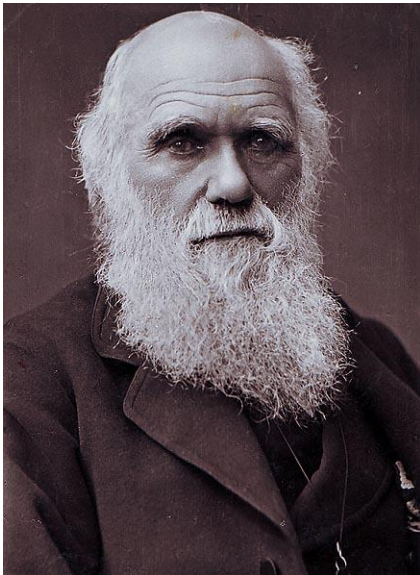


Figura 12: Charles Darwin

Fonte: <https://www.infoescola.com/biografias/charles-darwin/>

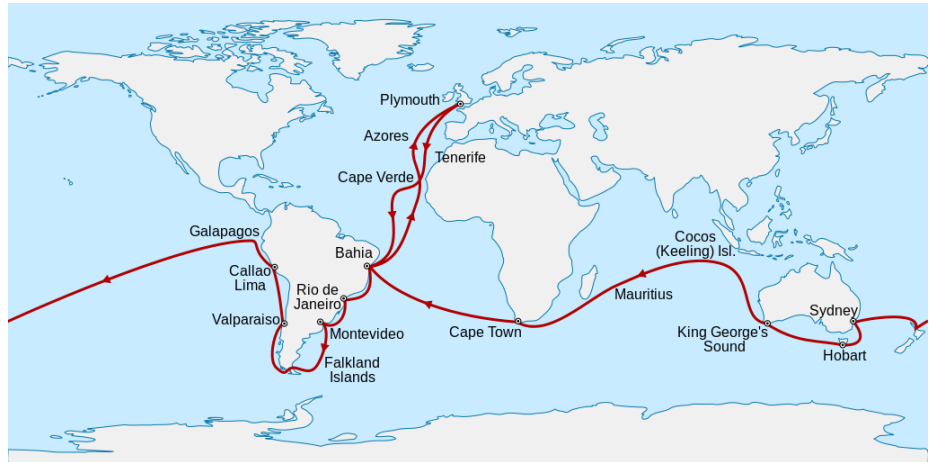


Figura 13: Roteiro da viagem de Darwin (linha vermelha), a bordo do navio H.M.S. Beagle (1831-1836).

Fonte: <http://hoyenhistoria.blogspot.com.br/2015/12/>

No final de sua viagem, Darwin não entendia o mecanismo evolutivo, entretanto aceitava que ele existia. Após voltar à Inglaterra, Darwin se dedicou por alguns anos às ideias evolucionistas iniciadas por Lamarck. Durante esses anos, Darwin trabalhou sua teoria sobre a origem das espécies com ajuda de cartas de outros cientistas e colaboradores (CARMO; MARTINS, 2006; SILVA; PIGNATA, 2014)

Com a leitura da obra de Thomas Malthus (1766-1834), em 1838, em que o autor relacionava o aumento da população humana e a fome, Darwin pode encontrar a resposta para a ocorrência da variação: a luta pela sobrevivência. Neste trabalho, Malthus diz que as populações crescem em progressão geométrica, enquanto os alimentos, crescem em progressão linear. Com o tempo, isso levaria a população à fome, que por sua vez, provocaria uma luta pela sobrevivência e somente os organismos com características mais vantajosas poderiam sobreviver e se reproduzir (SILVA; PIGNATA, 2014)

Os organismos que possuíam características menos vantajosas não eram capazes de sobreviver às pressões do meio e por consequência não se reproduziam. Logo, esses organismos acabavam por desaparecer e somente permanecia os organismos mais aptos selecionados pelo meio

em que se situava. Dessa maneira, eles transmitiam suas características aos seus descendentes. Assim surgiu o conceito de seleção natural (SILVA; PIGNATA, 2014).

É importante ressaltar que não é o mais forte que sobrevive, e sim o mais apto, ou seja, somente os organismos que possuem características adequadas para sobreviver em um determinado ambiente conseguem se reproduzir e assim transmitir suas características para as gerações seguintes (SILVA; PIGNATA, 2014).

A seleção natural pode ter como exemplo as bactérias resistentes a certos tipos de antibióticos de hoje. Elas são um resultado direto da seleção natural, em que o uso frequente e desnecessário dos antibióticos permitiu que as bactérias resistissem a determinados medicamentos e a se reproduzir, gerando novas bactérias que são resistentes a determinados antibiótico, substituindo as menos resistentes após algumas gerações. Surge, assim, as bactérias resistentes. Neste exemplo, o corpo humano é o meio, enquanto o antibiótico age como um agente externo que selecionou as bactérias mais aptas, neste caso, as bactérias resistentes (BOER; SANTOS; OLEQUES, 2011).

Outro exemplo importante que se pode destacar refere-se à anemia falciforme. Essa anemia é uma doença hereditária transmitida quando o indivíduo herda de ambos os pais o gene da anemia falciforme que causa a presença de hemácias em formato de foice, além de possuir pouca capacidade de transporte de oxigênio. Mesmo que essa seleção tenha acarretado em uma doença grave deve-se levar em conta que, na África existe muitos casos de malária. Os seres humanos que possuem anemia falciforme são imunes a malária, por conta disso, esse tipo de anemia foi selecionada. Como a malária é uma doença que pode levar a pessoa a morte, a anemia falciforme era uma característica bastante favorável, o que não seria selecionada caso não houvesse malária nesse ambiente (CAVALCANTI; MAIO, 2011).

Charles Darwin, observou que alguns criadores selecionavam as características que lhe pareciam úteis e agradáveis nos animais e plantas e as reproduzia entre si. Este procedimento faz com que as características sejam passadas de geração para geração. Assim ficou conhecido a seleção artificial, que gera um aperfeiçoamento dos seres vivos e a preservação de combinações favoráveis. Através dessas observações, Darwin relacionou a evolução artificial com o que tinha visto na natureza. Ele percebeu que os seres vivos possuem características variadas, podendo assim influenciar na sua sobrevivência, em razão de, muitas vezes indivíduos morrerem precocemente (CARMO; MARTINS, 2006; CARMO; MARTINS, 2009)

No ano de 1858, Darwin recebeu uma carta. O autor desta carta era Alfred Russel Wallace (1823 - 1913), um naturalista galês de 35 anos que também enviou para Darwin um manuscrito intitulado: Sobre a tendência de as variedades se afastarem indefinidamente do tipo original. No decorrer de um ataque de malária, wallace diz ter sonhado com a seleção natural e ao invés de publicar tal descoberta, o naturalista mandou-a para Darwin (SANTOS; PAPAVERO, 2014).

Após ter recebido a carta, Darwin, juntamente com alguns colaboradores como o geólogo inglês Charles Lyell (1797-1875) e o botânico Joseph Dalton Hooker (1817-1911), decidem publicar a sua teoria evolutiva em conjunção com a carta enviada por Wallace. A sociedade naquela época não simpatizava com as ideias propostas por Darwin, uma vez que não pregava os valores daquele tempo, a ideologia cristã, o que levou a publicação ser ignorada por cientistas e leigos.

Darwin defendia que o homem não havia sido criado por Deus, e sim possuía um ancestral em comum com os primatas não humanos, o que era contrário ao que até então era pregado (GASPAR; MATOS, 2014).

Contudo, em 1859, Darwin publicou o seu livro denominado "Sobre a origem das espécies através da seleção natural ou a preservação de raças favorecidas na luta pela vida". O livro foi um grande sucesso de vendas e suas ideias eram apoiadas pela burguesia da época que incentivava a revolução industrial. Havia cientistas contra e a favor das ideias propostas por Darwin, um deles foi Thomas Huxley (1825-1895), que pode ser considerado o principal defensor dessa teoria (GASPAR; MATOS, 2014).

A teoria da origem das espécies com base na seleção natural é uma junção dos trabalhos de Charles Darwin e Alfred Russel Wallace. Embora essa teoria tenha influenciado os evolucionistas de todo mundo e de ter se tornado a base da teoria evolutiva moderna, Darwin reconhece as limitações da teoria, afirmando que a seleção natural foi o principal meio de modificação, mas não o único. Esta afirmação nos faz pensar que tenha um complemento para a teoria (GASPAR; MATOS, 2014).

2.3.3 Neodarwinismo

Um dos tópicos que o darwinismo não conseguiu explicar trata-se dos mecanismos pelos quais os caracteres são passados de uma geração a outra. Somente depois da descoberta do trabalho sobre hereditariedade de Gregor Mendel (1822-1884) que esses mecanismos foram explicados. As

leis formuladas por Mendel só ficaram conhecidas no início do século XX (LEITE; FERRARI; DELIZOICOV, 2001; EL-HANI; BIZZO, 2009).

As ideias Darwin em união com as leis de Mendel resultaram na teoria conhecida como Neodarwinismo ou Teoria Sintética da Evolução que explica as alterações aleatórias, “crossing-over”⁷ e mutação⁸. Esta teoria é a mais aceita entre os cientistas atualmente, abordando que através da seleção natural, as variantes genéticas que proporcionam vantagens adaptativas aos indivíduos do grupo são incorporadas ao seu patrimônio genético e assim transmitida aos seus descendentes (GASPAR; MATOS, 2014; FOLADORI,2000).

2.4 A DIVERSIDADE DE SERES VIVOS E A DERIVA CONTINENTAL

A diversidade dos organismos no planeta Terra varia de acordo com a sua localização. É considerado que todos os organismos decorreram de um ponto (centro de origem) e disseminaram-se para outras partes do globo terrestre. São utilizados dois processos para esclarecer a distribuição de espécies no espaço geográfico: a dispersão e a vicariância (GILLUNG, 2011).

O processo de dispersão tem como base uma população ancestral de um determinado grupo de organismo, que antes eram pertencentes à certa área e em seguida esta população dispersou-se para outras partes do globo, ultrapassando barreiras pré-existentes. Ao serem isoladas pela barreira, os organismos que foram dispersos, com o tempo sofreram alterações o que resultou em características diferentes, acarretando o surgimento de duas espécies distintas (GILLUNG, 2011).

Em contrapartida, a vicariância fundamenta-se na distribuição de uma população ancestral pelo globo e após o surgimento de uma barreira natural, a população fragmenta-se em duas ou mais espécies. O isolamento reprodutivo é abordado em ambos os processos, visto que o surgimento da barreira impede a reprodução das espécies, por conta das características diferentes que lhes foram atribuídas (GILLUNG, 2011).

⁷ Troca de genes entre duas moléculas de ácido nucleico, para formar novas combinações de genes em um cromossomo.

⁸ Alteração súbita no genótipo de um indivíduo, sem relação com os ascendentes, mas pode ser herdada pelos descendentes.

Após milhares de anos, a Terra que era formada por um supercontinente, denominado Pangeia, fragmentou-se lentamente e os blocos continentais originados posicionaram-se na forma que é conhecida atualmente. Com essa divisão de terras, as espécies permaneceram no espaço que já pertenciam ou em um território similar ao que estavam antes da partição. Esta segregação foi suscetível ao isolamento geográfico, visto que algumas variedades de espécies se mantiveram conjuntamente nos continentes isolados (GILLUNG, 2011; SOARES, 1990).



Figura 14: Transformações segundo a Deriva Continental.

2.4.1 Nova Zelândia E Sua Singularidade

A Nova Zelândia se estabeleceu em uma área tão isolada, que nenhum mamífero conseguiu se instaurar na região. A Nova Zelândia foi dominada por várias espécies de aves, incluindo as ratitas (aves que não possuem a capacidade de voar). Uma dessas ratitas, trata-se do kiwi, uma ave não maior do que uma galinha. Os kiwis não possuem cauda exterior e suas asas ficam totalmente oculta sob uma plumagem felpuda, mais parecidas com pelos do que com penas (GOULD, 1992).

Alguns aspectos curiosos mostram que, por conta da falta de mamíferos na Nova Zelândia, os kiwis adotaram formas e estilo de vida que são associados aos mamíferos. Por exemplo, são os únicos pássaros que conservam o ovário de ambos os lados ao invés de se degenerar como acontece nas demais aves, os setenta e oitenta e quatro dias do período de incubação comparam-se aos oitenta dias da gravidez de um mamífero de igual tamanho e não aos quarenta e quatro dias previstos para as aves desse peso. Os kiwis também possuem hábito de fazer ninhos em tocas, buscar alimentos

a noite e como dito anteriormente, possuem penas que se parecem com pelos. Além disso, as fêmeas dos kiwis geram ovos que atingem 25% do seu peso corporal (GOULD, 1992).

Em relação ao tamanho do corpo, o ovo do kiwi é de longe, o maior dentre os pássaros, uma vez que, um ovo desse tamanho seria proporcional a uma ave de treze quilos e os kiwis pesam seis vezes menos. O ovo do kiwi parece ser muito grande e desvantajoso para ser selecionado evolutivamente, porém se descobrir como o seu tamanho beneficia os kiwis consegue-se entender porque a seleção natural contribuiu para as dimensões desse ovo (GOULD, 1992).

A forma de vida dos filhotes dos kiwis demonstra os benefícios dos ovos grandes, uma vez que, ovos grandes geram filhotes bem desenvolvidos que são capazes de cuidar de si mesmos tendo pouca ajuda de seus pais após saírem da casca. Entretanto, não é possível afirmar que o tamanho incomum dos ovos é produto de uma seleção natural visando esses benefícios (GOULD, 1992).



Figura 15: Ovo no interior de kiwi fêmea.
Fonte: <https://imgur.com/gallery/xeTAMcO>

2.5 ISOLAMENTO GEOGRÁFICO

O isolamento geográfico (separação espacial) incapacitou o contato entre essas espécies e por conta dos diferentes meios em que se localizaram cada espécie sofreu uma pressão seletiva diferente, e isso fez com que elas tenham se diversificado. Assim, foi possível o surgimento de novas espécies, uma vez que, por consequência, características distintas são selecionadas nos

organismos em cada local e por existir uma barreira entre as populações não tem como haver cruzamento entre elas. (GILLUNG, 2011; SOARES, 1990).

A divisão em continentes proporcionou as diferentes regiões do globo, o surgimento de novos ambientes, que apesar de algumas áreas compartilharem as mesmas condições, são habitadas por diferentes espécies de animais e plantas. Existem áreas que possuem uma diversidade de espécies maior que outras, enquanto há espécies diferentes ocupando áreas semelhantes. Além disso, alguns grupos são restritos a uma determinada área, enquanto outros apresentam ampla distribuição. As formas de vida foram-se desenvolvendo em diversos ambientes de acordo com as alterações geográficas que lhes favoreciam (GILLUNG, 2011).

2.5.1 Mecanismos Da Especiação

Com o surgimento de novos ambientes e a segregação das espécies, o processo de especiação pode ser notado. Deve-se ressaltar que, segundo os biólogos, os animais pertencem a mesma espécie quando, ao acasalar entre eles, geram descendentes férteis. Por exemplo, cavalos e jumentos apresentam um ancestral recente em comum e possuem muitos traços físicos semelhantes, porém demonstram pouco interesse sexual uns pelos outros. Eles apenas acasalam entre si, caso forem induzidos a isso, entretanto seus descendentes, denominados mulas, são estéreis. Conseqüentemente, os dois tipos de animais são considerados duas espécies diferentes, seguindo caminhos evolucionários distintos. Por sua vez, um buldogue e um spaniel são bastantes diferentes em aparência, porém são membros da mesma espécie, possuindo a mesma informação de DNA. Ao se reproduzir entre si, seus filhotes crescem, cruzam com outros cachorros e geram mais filhotes férteis (HARARI, 2014).

A especiação é o processo pelo qual origina duas ou mais espécies a partir de uma população ancestral. Esse processo pode ocorrer por diversos fatores, sendo alguns deles, o isolamento geográfico e a redução do fluxo gênico. A especiação possui três divisões principais, sendo elas, especiação alopátrica, simpátrica e parapátrica (FISCHER; COLLEY, 2013).

A especiação alopátrica é uma das formas mais frequentes de especiação e ocorre por consequência do isolamento geográfico. Ao ocorrer uma separação espacial, a população interrompe seu fluxo gênico, ou seja, a migração e com o tempo a pressão ambiental seleciona os mais aptos (FISCHER; COLLEY, 2013).

Os pássaros tentilhões visto por Darwin no arquipélago de Galápagos é um grande exemplo de especiação alopátrica, uma vez que, esses pássaros são descendentes de uma única espécie continental que colonizou estas ilhas. As treze espécies de tentilhões encontradas hoje se deram por conta da migração de uma pequena população inicial para longe da população inicial. Essa migração resultou no isolamento sexual e variação ambiental desses pássaros. A pressão ecológica dada pelas diferentes fontes de alimento gerou as diferentes morfologias dos bicos desses animais (FISCHER; COLLEY, 2013).

Outra forma de especiação é a simpátrica, ao longo do desenvolvimento da teoria da evolução, muitos biólogos acreditavam que a especiação somente ocorria por consequência do isolamento geográfico. Entretanto a especiação simpátrica ocorre em populações que se encontram na mesma área, de modo que as populações exploram um novo lugar na mesma área e com o tempo vão se isolando. Outra forma de ocorrer essa especiação é a decorrência de alguma modificação genética que interfere no cruzamento entre indivíduos (FISCHER; COLLEY, 2013).

Na especiação parapátrica não existe nenhuma barreira geográfica e as populações vivem em áreas vizinhas. Por exemplo, uma população dá origem a uma nova espécie que ocupa a porção leste e outra que ocupa a porção oeste da localização original da população, sem que haja interrupções entre elas (FISCHER; COLLEY, 2013).

A distinção de populações em duas ou mais espécies diferentes pode se dar de maneira rápida ou lenta através da seleção natural, deriva genética ou combinando as duas. De modo geral, todas as espécies de hoje passaram pelo processo de especiação, incluindo os primeiros homínídeos (FISCHER; COLLEY, 2013).

CAPÍTULO 3 - EVOLUÇÃO HUMANA

3.1 A ORIGEM DOS PRIMEIROS HOMINÍDEOS

A especiação foi favorável para o surgimento do primeiro ser vivo ancestral dos seres humanos. Há cerca de 2,5 milhões de anos, surgiram animais bastante similares aos humanos modernos. Entretanto, por várias gerações, esses animais não se destacaram perante a abundância de outros organismos que partilhavam do mesmo habitat. Não possuía qualquer indício de que algum dia seus descendentes se destacariam e fariam grandes feitos na história. Os humanos pré-históricos não tinham nada de especial, eram insignificantes. O impacto destes seres sobre o ambiente não era maior que o das demais espécies habitadas na Terra (HARARI, 2014).

Há cerca de 6 milhões de anos houve uma divisão na população de primatas no noroeste da África, fazendo com que duas linhagens de primatas dessem início a evoluir independentemente. Uma delas permaneceu no ambiente florestal e deu origem ao chimpanzé que existe hoje, enquanto que a outra diferenciou-se das demais espécies de primatas por conta das ocupações dos variados ambientes, do clima mais quente aos ambientes polares, dos desertos às montanhas, o que não ocorreu com a primeira linhagem de primatas, que persistiram nas florestas tropicais. A segunda linhagem de primatas, que se adaptou à ambientes mais abertos, sendo bastante exitoso evolutivamente, deu origem à espécie *Homo sapiens*, há 200 mil anos atrás (BRAGA, 2013; SANTOS, 2014; MEYER, 1992).

Os primeiros hominídeos, pertencentes a essa segunda linhagem, surgiram na África oriental há cerca de 2,5 milhões de anos, os chamados, *Australopithecus*, que significa “macaco do Sul”. Em torno de 2 milhões de anos atrás, alguns desses homens e mulheres primitivos deixaram seu habitat natural para explorar as diversas áreas da África do Norte, da Europa e da Ásia. Para sobreviver nas florestas frias do norte da Europa, era necessário possuir características diferentes daquelas que se tinha para a sobrevivência nas florestas úmidas da Indonésia, logo, os humanos capazes de sobreviver ao frio conquistaram a parte norte da Europa. O que levou as populações humanas evoluíram em direções diferentes, resultando em várias espécies distintas de humanos, cada qual com um nome em latim dado pelos cientistas (HARARI, 2014).

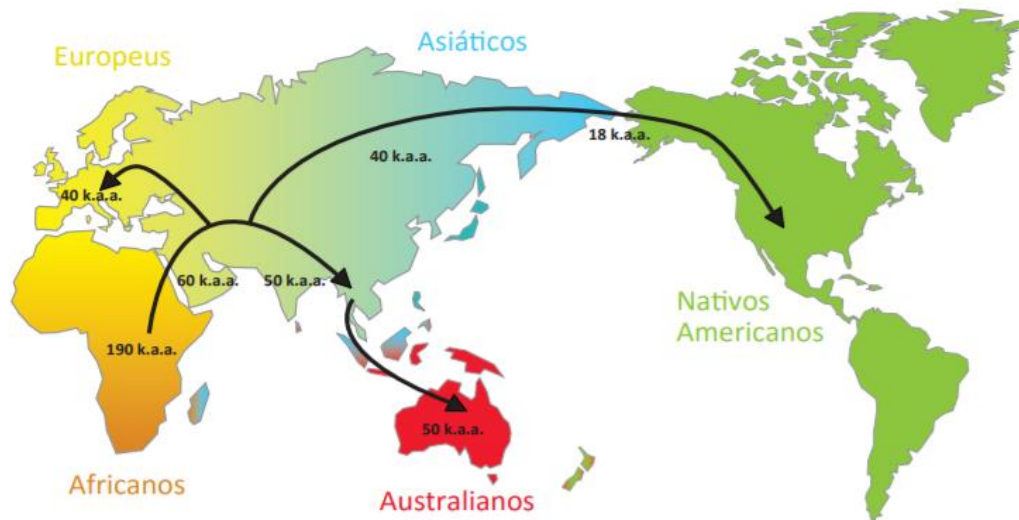


Figura 16: Mapa das migrações humanas.
 Fonte: Figura extraída do artigo “A grande árvore genealógica humana” (2014).

Apesar de possuírem muitas diferenças, todas as espécies humanas têm várias características em comum que as definem. Os humanos possuem o cérebro muito grande em comparação com o de outros animais. Mamíferos que pesam 60 quilos possuem um cérebro com tamanho de aproximadamente 200 centímetros cúbicos. Há 2,5 milhões de anos, os primeiros humanos possuíam um cérebro de cerca de 600 centímetros cúbicos. Os Sapiens modernos têm um cérebro de 1200 a 1400 centímetros cúbicos, enquanto que os cérebros dos neandertais eram ainda maiores (HARARI, 2014).

Outro traço humano singular, é o fato de andar eretos sobre duas pernas. Ao ficar eretos, as pernas são usadas para locomoção, enquanto os braços são liberados para outros propósitos. Quanto mais coisas essas mãos eram capazes de fazer, mais sucesso tinham os indivíduos o que teve como consequência a realização de tarefas complexas com as mãos. Em particular, podem produzir e usar ferramentas sofisticadas. As primeiras provas de produção de ferramentas são de aproximadamente 2,5 milhões de anos atrás, e o uso dessas ferramentas são os critérios usados pelos arqueólogos para reconhecer humanos antigos (HARARI, 2014).



Figura 17: Comparações de esqueletos dos grandes macacos sem cauda. Os esqueletos representados não estão em escala proporcional ao tamanho de cada espécie.
 Fonte: Figura extraída do livro “Evidências do lugar do homem na Natureza” (HUXLEY, 1863).

Os humanos localizados na Europa e na Ásia ocidental originaram o *Homo neanderthalensis* (homem do vale do Neander), conhecidos como “neandertais”. Os neandertais, eram robustos e musculosos, além de ser bem adaptados ao clima frio da Eurásia ocidental da era do gelo. As regiões mais ocidentais da Ásia foram habitadas pelo *Homo erectus*, (Homem ereto), que sobreviveram nesse território por quase 1,5 milhão de anos, sendo a espécie humana que existiu por mais tempo (HARARI, 2014).

No ano de 2010, foi descoberto outra espécie humana ao escavar a caverna de Denisova, na Sibéria, quando os cientistas descobriram um osso de dedo fossilizado. A análise genética do dedo comprovou que essa parte do corpo pertencia a uma espécie humana desconhecida até o momento, que foi denominada *Homo denisova*. Essa descoberta levanta o questionamento de quantos parentes perdidos ainda não foram achados em outras regiões do planeta (HARARI, 2014).



Figura 18: Alguns hominídeos de acordo com reconstruções especulativas (da esquerda para a direita): *Homo rudolfensis* (África Oriental); *Homo erectus* (Ásia Oriental); e *Homo neanderthalensis* (Europa e Ásia Ocidental).
 Fonte: Figura extraída do livro “Sapiens: uma breve história da humanidade”.

Durante o progresso desses humanos na Europa e na Ásia, a evolução na África Oriental continuava em desenvolvimento. Alguns eram caçadores e outros, coletores de plantas, uns viviam em uma única ilha, enquanto muitos exploravam os continentes. Porém todos pertenciam ao gênero *Homo*, eram seres humanos. O progresso da humanidade continuou a produzir várias espécies novas, até finalmente, a nossa própria espécie, denominada *Homo sapiens* (homem sábio). Independentemente da interpretação do registro fóssil sobre a origem do homem, os pesquisadores afirmam que o homem anatomicamente moderno (*Homo sapiens*) se originou na África. Os fósseis mais antigos de *Homo sapiens* são encontrados no rio Omo, na Etiópia, e possuem aproximadamente 190 mil anos (HARARI, 2014; SANTOS, 2014).

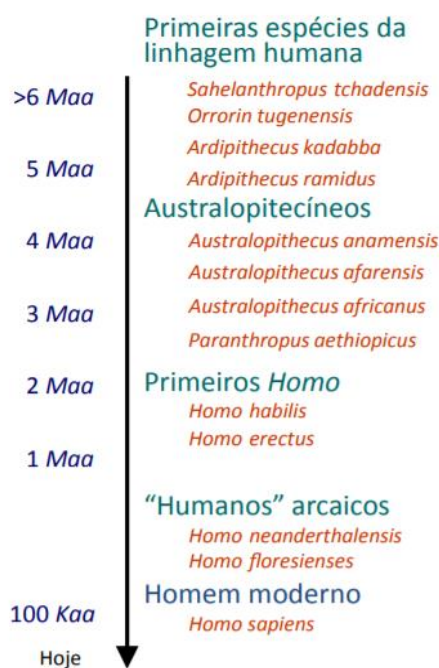


Figura 19: Linhagem humana.
Fonte: Figura extraída do artigo "A grande árvore genealógica humana" (2014)

3.2 O HOMEM ANATOMICAMENTE MODERNO (*HOMO SAPIENS*)

O gênero *Homo* é o da espécie humana moderna. Esse gênero surgiu há 2,4 milhões de anos atrás, coincidindo com o aparecimento da primeira ferramenta feita de pedra. O que a distinguiu dos outros gêneros foi a reduzida dentição e grande encefalização, ao ser comparado com outros fósseis. Para ser considerada membro desse gênero, é necessário ter pelo menos um de quatro

critérios: ter uma caixa craniana de pelo menos 600cc; possuir uma linguagem ou forma de comunicação falada, apresentar um movimento de pinça manual preciso e possuir habilidade de criar ferramentas (BRAGA, 2013).

Os seres humanos de hoje (*Homo sapiens*), costumam pensar que são os únicos humanos, uma vez que, nos últimos dez mil anos os *Homo sapiens* foram de fato a única espécie humana a existir. Porém, como já foi dito anteriormente, no passado havia diversas espécies desse gênero além do *Homo sapiens*, de forma que, o verdadeiro significado da palavra humano é, “animal pertencente ao gênero Homo” (HARARI, 2014).

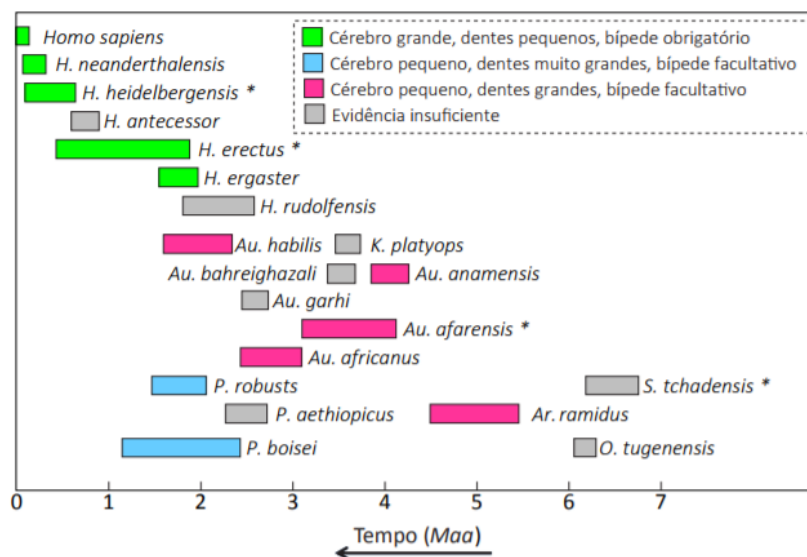


Figura 20: Cronologia da ocorrência de espécies da linhagem humana encontradas nos últimos 7 milhões de anos (do Mioceno ao Holoceno). Várias espécies de homínidos bípedes coexistiram em determinados momentos, mas apenas uma espécie em cada período (as mais prováveis estão marcadas com *) pode se encaixar na linhagem ancestral direta do homem anatomicamente moderno.

Fonte: Figura extraída do artigo “A grande árvore genealógica humana” (2014)

Os *Homo sapiens*, já habitavam o planeta Terra, mas, até então, eles estavam apenas situados em uma pequena parte da África. Não se sabe ao certo onde ou quando os *Homo sapiens* evoluíram pela primeira vez de algum tipo anterior de humano, porém grande parte dos cientistas concordam que há 150 mil anos, a África oriental estava povoada por sapiens que se pareciam muito com os humanos atuais (HARARI, 2014).

Há cerca de 70 mil anos, os sapiens que estavam localizados nessa pequena parte da África oriental se espalharam e rapidamente tomaram o território da Eurásia. Ao chegar na Eurásia, os *Homo sapiens* encontraram outros humanos que já ocupavam o local. Com isso, duas teorias buscam explicar o que aconteceu nesse encontro, a teoria da miscigenação e a teoria da substituição (HARARI, 2014).

De acordo com a teoria da miscigenação, quando o *Homo sapiens* se espalhou por terras neandertais, houve uma atração entre eles, levando a uma reprodução até que as duas populações se fundiram. Caso esta teoria for verdadeira, então a população da eurásia de hoje não são sapiens puros, mas sim uma mistura de sapiens e neandertais. Enquanto que ao chegar na Ásia oriental, os sapiens se misturaram com os *Homo erectus* locais, fazendo com que os chineses e coreanos sejam uma mistura de sapiens e *Homo erectus*. Desse modo, os imigrantes africanos que se espalharam pelo mundo, procriaram com outras populações humanas, e as pessoas de hoje são resultado dessa miscigenação (HARARI, 2014).

Em contrapartida, a teoria da substituição se diferencia bastante da primeira, uma vez que se acredita que houve incompatibilidade, repulsa e, até mesmo genocídio. Sapiens e neandertais possuíam anatomias diferentes, provavelmente hábitos de acasalamento e até mesmo odor corporal diferentes, o que gerava pouco interesse sexual entre eles. Mesmo que houvesse uma tentativa de reprodução entre essas espécies, elas não poderiam gerar descendentes férteis devido a diferença genética. As duas populações permaneceram distintas até o momento em que os neandertais morreram, ou foram mortos, fazendo com que seus genes teriam morrido com eles. Segundo essa teoria, os sapiens substituíram todas as populações humanas anteriores sem se misturar com nenhuma delas. Desse modo, a origem de todos os humanos existentes pode ser atribuída exclusivamente à África Oriental. Em ambas teorias, os *Homo sapiens* dominaram o resto do planeta Terra, levando as demais espécies humanas à extinção (HARARI, 2014).

Na cadeia alimentar, a posição do gênero *Homo* era intermediária até pouco tempo atrás. No decorrer de milhões de anos, os humanos caçaram criaturas menores, enquanto eram caçados por predadores maiores. Várias espécies humanas começaram a caçar animais grandes regularmente a somente 400 mil anos atrás e apenas com a ascensão do *Homo sapiens* nos últimos 100 mil anos o homem saltou para o topo da cadeia alimentar (HARARI, 2014).

Esse salto do meio para o topo da cadeia alimentar gerou enormes consequências. Diferente dos humanos, outros animais como os leões e os tubarões, evoluíram para o topo da cadeia alimentar de forma gradual ao longo de milhões de anos. A ascensão gradual desses animais permitiu que o ecossistema desenvolvesse formas de compensação e equilíbrio que impediam que leões e tubarões causassem destruição em excesso. À medida que os leões se tornavam mais ferozes, a evolução fez as gazelas correrem mais rápido, as hienas cooperarem melhor em grupo e diversas outras formas de equilibrar o ambiente. Em contrapartida, a humanidade ascendeu ao topo tão rápido que o ecossistema não teve tempo de se ajustar (HARARI, 2014).

3.3 ÁRVORE FILOGENÉTICA HUMANA

Thomas Huxley, em 1863 elaborou o primeiro trabalho dedicado unicamente à evolução dos seres humanos, exibindo diversos dados relativos à relação de ancestralidade comum com outros primatas. Logo após, em 1871 Darwin publicou no livro “A ancestralidade humana”, uma análise em que deduziu que os gorilas e chimpanzés são considerados os parentes com maior proximidade dos humanos, tornando assim, mais provável que nossos ancestrais também são provenientes da África. Tal dedução feita por Darwin no século XIX foi confirmada depois de anos por dados fósseis, morfológicos e genéticos. A genealogia dos chimpanzés e a das espécies pertencentes da família hominidae possuem diversas evidências comportamentais, morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e genéticas que comprovam que há uma maior proximidade entre os seres humanos e os chimpanzés (compartilham um ancestral comum mais recente), do que qualquer outro primata. Entender nosso passado evolutivo pode ser útil para compreender nosso presente e vislumbrar o futuro da humanidade (BRAGA, 2013; SANTOS, 2014; MEYER, 1992).

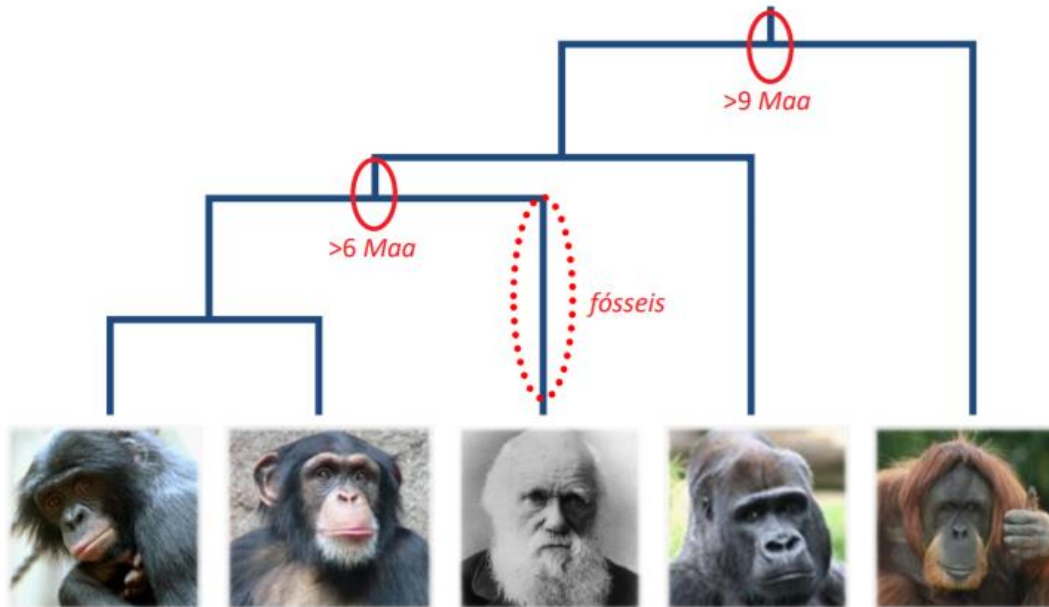


Figura 21: História de diversificação evolutiva.
 Fonte: Figura extraída do artigo “A grande árvore genealógica humana” (2014)

É um engano comum projetar essas espécies em uma linha reta de descendência, com os *Homo ergaster* dando origem aos *Homo erectus*, os *Homo erectus* dando origem aos *Homo neandertais* e os *Homo neandertais* dando origem aos *Homo sapiens*. Este modelo linear ocasiona uma impressão equivocada de que, em determinado momento, somente um tipo de humano habitou a Terra e de que todas as espécies anteriores foram somente modelos primitivos do homem moderno. O mundo de aproximadamente 2 milhões de anos a 10 mil anos atrás foi habitado por várias espécies humanas ao mesmo tempo, de forma que não tem como dizer precisamente quantas espécies humanas existem, podendo variar de cinco para mais de vinte. Do mesmo modo que hoje existe muitas espécies de raposas, ursos e porcos (BRAGA, 2013; HARARI, 2014).

A origem dos primeiros hominídeos pode ser comprovada cientificamente através das várias evidências físicas apanhadas de fósseis. A espécie humana possui uma grande quantidade de evidência fóssil, enquanto que nas outras espécies de primatas não é encontrada tamanha quantidade de evidência fóssil. Os humanos foram submetidos a vários estudos genéticos e comparações genômicas com outras espécies vivas e extintas para compreender a particularidade da sua natureza. Já no início do século XXI, possui uma riqueza de detalhes sobre esse passado, que é muito mais complexo do que se imaginava há menos de três décadas, e pode-se notar um aumento desse conhecimento a partir das novas metodologias genômicas e análises computacionais que vêm sendo desenvolvidas. Ainda que tenha diversas provas e teorias que visam explicar este assunto, há muitas dúvidas sobre a evolução humana (SANTOS, 2014).

A pesquisa paleoantropológica possui uma grande importância para o estudo da ancestralidade humana por conta da grande riqueza de evidências e à sua ligação direta com o passado dos seres humanos. Diversos homínídeos ancestrais diretos ou que possuem relação com o nosso passado evolutivo foram e estão sendo descobertos a todo o momento. Existem mais de 20 espécies fósseis divulgadas que estão relacionadas com a linhagem humana, como ancestrais diretos ou espécies que possuem o mesmo ancestral recente. Essas espécies antigas possuem várias características que são compartilhadas com o homem moderno, porém inexistentes nos chimpanzés e em outros primatas (SANTOS, 2014).

O fóssil descoberto em 1974 conhecido como Lucy, pertencente a espécie *Australopithecus afarensis*, é um provável ancestral direto da espécie humana. Lucy foi o primeiro esqueleto completo de homínídeo antigo encontrado na África, mais precisamente na Etiópia, e viveu há 3,2 milhões de ano atrás. Apesar de ter um cérebro do tamanho similar ao de um chimpanzé, Lucy possui os ossos da bacia, da coluna vertebral, do crânio e dos pés de maneira que indicam uma postura ereta. O bipedismo representa uma característica marcante e fundamental para toda a linhagem humana, proporcionando a diferenciação inicial da linhagem humana em relação à dos chimpanzés. Desse modo, o pensamento do início do século XX de que o cérebro (a inteligência) seria a diferença primária da evolução humana em relação aos primatas mais próximos foi desmistificado (SANTOS, 2014).

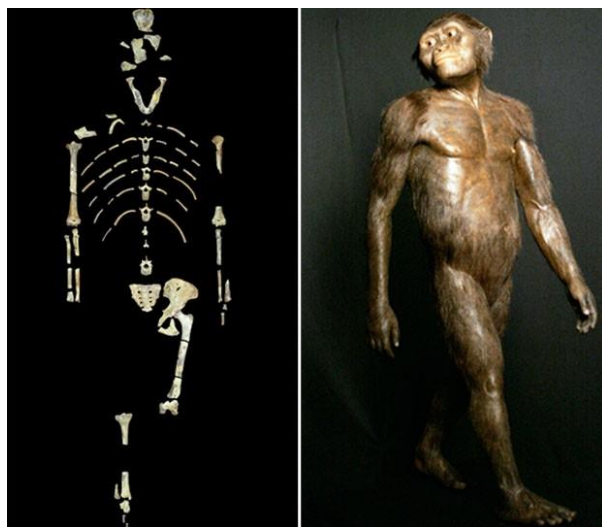


Figura 22: Montagem de fotos mostra o esqueleto de Lucy e um modelo tridimensional do *Australopithecus afarensis*
Fonte: University of Texas at Austin via AP/AP Photo/Pat Sullivan)

A linhagem humana era muito mais diversa no passado. As análises comparativas das estruturas corporais de diversos fósseis indicam que muitas dessas espécies não são nossos ancestrais diretos, mesmo que possuam ancestrais comuns mais recentes conosco do que com os chimpanzés. Como exemplo, as espécies do gênero *Paranthropus* que possuem adaptações a hábitos vegetarianos, o que favorece o aproveitamento de diversos alimentos vegetais, além de grãos e tubérculos muito duros. Nossa espécie não herdou tais adaptações aos hábitos vegetarianos estritos, assim como outras características ósseas, logo, as espécies do gênero *Paranthropus* não fazem parte da nossa ancestralidade direta (SANTOS, 2014).

Através do projeto genoma humano (e outras espécies de macacos) e a definição de muitas variações de sequências, observou-se que os *Homo sapiens* possuem variabilidade genética muito menor em relação a outras espécies de grandes macacos, principalmente o chimpanzé. Isso acontece porque, o homem moderno surgiu em um tempo mais recente do que os demais macacos, e por consequência, pouca variabilidade foi acumulada nos *Homo sapiens*, resultando em uma menor divergência genética entre as populações (SANTOS, 2014).

3.4 A SINGULARIDADE HUMANA E O QUE SE PODE ESPERAR DA HUMANIDADE

Mesmo possuindo pouca divergência genética entre as populações, ainda é possível notar algumas diferenças biológicas nos demais povos atuais em toda a Terra. Por conta disso, foi empregada, no passado, a categorização de indivíduos em diferentes “raças” humanas. De acordo com a biologia evolutiva, o termo “raça” trata-se da segmentação populacional por consequência da seleção natural e deriva genética, sendo ele, propriamente utilizado para indicar populações ou grupos geograficamente restritos que apresentam um isolamento reprodutivo significativo em relação a outras populações (BRAGA, 2013; SANTOS, 2014; MEYER, 1992).

A espécie humana possui características compartilhadas entre indivíduos nativos provindos de cada continente, uma vez em que, as distintas características de cada continente representam as ocupações das regiões no globo terrestre, tais como clima, relevo, umidade e fontes de alimentos diferentes. Isso em razão das migrações humanas ocorridas nos últimos 60 mil anos. A coloração da pele, podendo ser ela com mais melanina ou com menos melanina são variações adaptativas tidas em diferentes povos continentais (BRAGA, 2013; SANTOS, 2014; MEYER, 1992).

Além disso, a espécie humana é capaz de notar diferenças na própria espécie por causa dos aspectos psicológicos de reconhecimento do grupo. Em virtude disso, ressaltamos desigualdades, mesmo que muito pequenas, na espécie humana. Nenhuma outra espécie é equivalente, em perspectiva intelectual à espécie humana, ou seja, nenhuma outra espécie possui grande capacidade cerebral e intelectual capaz de fazer reflexões sobre a própria existência (BRAGA, 2013; SANTOS, 2014; MEYER, 1992).

O mundo moderno se orgulha de reconhecer, pela primeira vez na história, a igualdade entre todos os humanos, entretanto pode estar prestes a criar a sociedade mais desigual de todas. Durante toda a história, as classes superiores são afirmadas como as mais inteligentes, mais fortes e, em geral, melhores do que as classes inferiores. Normalmente, elas estavam enganadas, uma vez que, uma criança nascida em uma família camponesa pobre tendia a ser tão inteligente quanto uma criança nascida na realeza (HARARI, 2014).

A curiosidade e o questionamento humano nos levam a investigar nossas origens que também nos ensinam sobre o que podemos esperar em nosso futuro. A espécie humana é a única espécie restante de uma linhagem de primatas bípedes que, através da inteligência, construiu um nicho único neste planeta. A sociedade somente precisa utilizar esse conhecimento científico para ajudar a traçar um futuro que garanta a melhoria coletiva da humanidade (SANTOS, 2014).

Infelizmente, até então, o governo dos sapiens sobre a Terra não produziu tanta coisa das quais pode-se orgulhar. A humanidade dominou o meio à sua volta, aumentaram a produção de alimentos, construíram cidades, fundaram impérios e criaram grandes redes de comércio. Entretanto, os aumentos gigantescos na capacidade humana não necessariamente melhoraram o bem-estar dos sapiens como indivíduos e geralmente causaram enorme sofrimento a outros animais, até mesmo aos próprios sapiens por meio das guerras, genocídios, entre outros ataques. Nas últimas décadas, pelo menos se fez algum progresso real no que se refere à condição humana, com a redução da fome e das doenças com o avanço da medicina. Porém, a situação de outros animais está sendo prejudicada rapidamente, e a melhoria no destino da humanidade ainda é muito frágil e recente para que se possa ter certeza dela. O homem moderno possui aproximadamente apenas 200 mil anos, o que faz questionar se o *Homo sapiens* ainda existirá daqui a mil anos, de forma que 2 milhões de anos muito provavelmente estará fora de alcance (HARARI, 2014).

Apesar das coisas impressionantes que os seres humanos são capazes de fazer, continuamos sem saber ao certo quais são nossos objetivos. Avançamos de canoas a navios a vapor e naves espaciais, mas ninguém sabe onde vamos chegar. O ser humano está mais poderoso do que nunca, e não tem ideia do que fazer com todo esse poder. São Deuses por mérito próprio. E como consequência, estamos destruindo os outros animais e o ecossistema por onde passamos, visando a não muito mais do que nosso próprio conforto e divertimento, mas jamais encontrando satisfação (HARARI, 2014).

CONCLUSÃO

A evolução biológica pode ser vista desde a origem do primeiro ser vivo até as estruturas mais complexas, como nós, seres humanos. É um fato que o processo evolutivo formou todos os organismos vivos existentes no planeta Terra, entretanto os mecanismos que levam a evolução ainda podem gerar incertezas, como mencionado no segundo capítulo sobre os kiwis. Os filhotes de kiwis são bastantes desenvolvidos por conta do tamanho incomum dos ovos, porém não se pode concluir que o tamanho dos seus ovos é produto da seleção natural visando tais benefícios. É importante ressaltar que houve um processo evolutivo nos kiwis, porém não se sabe ao certo como ocorreu de fato seu desenvolvimento.

Apesar disso, o neodarwinismo é a teoria que é a mais aceita atualmente e a que responde a maioria das dúvidas sobre a evolução. O neodarwinismo, com base na biologia molecular foi capaz de comprovar que em determinado ponto todos os seres vivos possuem um ancestral em comum, porém, por conta da deriva continental e o surgimento de novos ambientes, os seres vivos se diferenciaram e o processo de especiação foi responsável pelo surgimento de inúmeras espécies, dentre elas, os humanos.

A origem do homem moderno (*Homo sapiens*) ainda é uma dúvida, pois não se sabe ao certo quais hominídeos são ancestrais diretos desta espécie, uma vez que diferentes espécies desse gênero habitavam a Terra ao mesmo tempo. A conquista do *Homo sapiens* no globo terrestre aconteceu de forma muito rápida devido a algumas características presentes nessa espécie, o que o diferenciou dos outros organismos vivos.

Atualmente, o *Homo sapiens* dominou o planeta Terra, e o seu governo nos faz refletir com ironia sobre em que aspecto realmente evoluímos, devido a alguns atos feitos por nós. É inegável que o ser humano realizou práticas que devemos nos orgulhar, entretanto alguns atos realizados podem gerar consequências desastrosas no meio ambiente e por consequência nos extinguir.

Continuando com os hábitos que prejudicam o planeta Terra, podemos causar certos problemas que afetará nossa vida no futuro e de nossos descendentes, como exemplo do aquecimento global, que já vem colocando em risco de extinção determinadas espécies, das inúmeras guerras feitas pelos seres humanos que dizimaram parte da população mundial. Além de atos que geram consequências nos animais, como a desmatamento que ocorre em diversas florestas pelo mundo, a caça descontrolada de animais para venda de pele ou alguma parte específica de

algum animal. Essas atitudes desequilibram o ecossistema, além de levar algumas espécies a risco de extinção, isso nada mais nada menos, para gerar lucro para os seres humanos. Estamos começando a colher as consequências desses atos, se não repensarmos nossas atitudes agora, poderá ser tarde demais.

Referências Bibliográficas

- BASTOS, F.; Ensino de ciências e matemática III: contribuições da pesquisa acadêmica a partir de múltiplas perspectivas.; São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. 214 p. ISBN 978-85-7983-086-0.
- BIZERRA, A.; HADDAD, H; URSI, S.; História do Pensamento Evolutivo; 2015.
- BIZZO, N.; EL-HANI, C. N. O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. *Filosofia e História da Biologia*, v. 4, n. 1, p. 235–257, 2009.
- BRAGA D. R. G. C.; Homo sapiens: uma revisão sobre a taxonomia; Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2013.
- CARVALHO, N. R.; Desembaralhando a evolução: um jogo para o ensino dos conceitos evolutivos; Monografia (especialização) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Curso de Especialização em Genética para Professores de Biologia do Ensino Médio, 2015.
- CAVALCANTI, Juliana Manzoni; MAIO, Marcos Chor. Entre negros e miscigenados: a anemia e o traço falciforme no Brasil nas décadas de 1930 e 1940. *História, Ciências, Saúde –Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.18, n.2, abr.-jun. 2011, p.377-406.
- COLLEY, E.; FISCHER, M. L. Especiação e seus mecanismos: histórico conceitual e avanços recentes. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, v. 20, n. 4, p. 1671–1694, dez. 2013.
- DAWKINS, R. O Gene Egoísta (AP Oliveira, Trad.). São Paulo: Itatiaia, 1976.
- DO CARMO, V. A.; BIZZO, N.; MARTINS, L. A.-C. P. Alfred Russel Wallace e o princípio de seleção natural. *Filosofia e História da Biologia*, v. 4, n. 1, p. 209–233, 2009.
- DO CARMO, V. A.; MARTINS, L. A.-C. P. Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e a seleção natural: um estudo comparativo. *Filosofia e História da Biologia*, v. 1, n. 1, p. 335–350, 2006.
- FARIA, F. et al. A chave da sabedoria. Rio de Janeiro: Centro Redentor, 1998.
- FERREIRA, S.; ALVES, M. I. C.; SIMÕES P. P.; Ambientes e vida na Terra - Os primeiros 4.0 GA; *Estudos do Quaternário*, 5, APEQ, Porto, 2008, pp. 99-116.
- FOLADORI, G.; O comportamento humano em relação a seu ambiente, à luz das teorias biológicas da evolução; Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba-Paraná, Brazil, 2000.
- GASPAR, C. G.; DE MATOS, W. R. Teorias evolucionistas e sua aprendizagem após 150 anos de “A Origem das Espécies”. *Revista Magistro*, v. 1, n. 9, 2014.

GILLUNG, J. P.; Biogeografia: a história da vida na Terra; Revista da Biologia (2011) Vol. Esp. Biogeografia: 1-5.

GOULD, Stephen Jay. Viva o brontossauro: reflexões sobre história natural. Editora Schwarcz Ltda., 1992.

HARARI, Yuval Noah. Sapiens: uma breve história da humanidade. L&PM, 2015.

LEITE, R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A história das leis de Mendel na perspectiva Fleckiana. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v.1, n. 2, p. 97-108, 2001.

MEYER, D; As origens do homo sapiens sapiens: uma questão ainda não esclarecida; Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas; Cadernos de Campo (São Paulo, 1991); v. 2, n. 2 (1992).

MOURA, G. J. B.; SOBRINHO, P. M. M.; História Evolutiva da Terra versus Especiação e Extinção da Biodiversidade; III Congresso Nacional de Educação Ambiental e o V Encontro Nordeste de Biogeografia, 2013.

NICOLINI, L. B.; FALCÃO, E. B. M.; FARIAS, F. S. Origem da vida: Como licenciandos em ciências biológicas lidam com este tema?; Ciência & Educação, v. 16, n. 2, p. 355-367, 2010.

OLEQUES, L. C.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L.; BOER, N. Evolução biológica: percepções de professores de biologia. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 10, n. 2, p. 243-263, 2011.

PAPAVERO, N.; SANTOS, C. F. M. DOS. Darwinian evolutionism? Contributions of Alfred Russel Wallace to the theory of evolution. Revista Brasileira de História, v. 34, n. 67, p. 159-180, 2014.

PATTI, M.; A evolução biológica no currículo do estado de São Paulo: uma análise dos cadernos de apoio; Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2017.

SANTOS, F. R.; A grande árvore genealógica humana; rev. ufmg, belo horizonte, v. 21, n. 1 e 2, p. 88-113, jan./dez. 2014.

SILVA, Ricardo Fernandes da; PIGNATA, Maria Izabel Barnez. Charles Darwin E A Teoria Da Evolução. Disponível em: <<https://www.cepae.ufg.br/up/80/o/TCEM2014-Biologia-RicardoFernandesSilva.pdf>> Acesso em: 12/07/2017.

SOARES, J. L.; O rastro da vida: uma pequena história de bilhões de anos; São Paulo: Moderna, 1990. 96 p. (coleção polêmica).

STEINER, J. E. The origin of the universe. Estudos avançados, v. 20, n. 58, p. 231-248, 2006.

SÉRIO, T. M.; MICHELETTO, N.; ANDERY, M. A. Definição de comportamento. comportamento e causalidade, p. 1, 2007.

ZAIA, D. A. Da geração espontânea à química prebiótica. Química Nova, v. 26, n. 2, p. 260–264, 2003.

ZAIA, D. A. M.; A Origem da Vida e a Química Prebiótica The Origin of Life and the Prebiotic Chemistry; Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 25, n. 1, p. 3-8, jan./jun. 2004.

ZAIA, D. A. M.; ZAIA, C, T. B. V.; Algumas controvérsias sobre a origem da vida; Quim. Nova, Vol. 31, No. 6, 1599-1602, 2008.