2
EVOLUÇÃO

> A evolução é o conceito mais importante da biologia. Não há uma única pergunta "Por quê?" em biologia a que não se possa responder de maneira adequada sem levar em conta a evolução. (MAYR, 2009, p. 15)

A biologia evolutiva é uma importante área do conhecimento científico e, cada vez mais, amplia suas descobertas (RIDLEY, 2006). Sua gama de áreas de concentração se diversifica e aumenta cada vez mais. Nas últimas décadas, ciências mais recentes como a genética molecular vêm avançando a passos largos construindo conhecimentos sobre complexas cascatas de reações bioquímicas, mecanismos de ativação e desligamento de genes, terapias gênicas, organismos geneticamente modificados, relações filogenéticas entres seres vivos, entre outras. Da mesma forma, a morfologia e a embriologia, campos surgidos há muitos anos, continuam a se desenvolver mais e mais baseados nos conhecimentos da evolução e da teoria de Darwin.

Desde Aristóteles, filósofos e naturalistas procuram respostas para explicar como os seres vivos surgiram e por que são do jeito que são. Durante muito tempo atribuiu-se esses fatos a um criador sábio e onipotente, algo que até hoje uma pequena parte da comunidade acadêmica acredita ser plausível. No entanto, a partir do século XVIII diversas explicações, baseadas em evidências concretas e no pensamento científico, fizeram pesquisadores e o público em geral abrirem os olhos para um novo paradigma.

Lamarck e, posteriormente, Darwin e Wallace, tornaram evidente que os seres vivos se modificam ao longo dos tempos. A evolução enquanto mudança na forma e no comportamento dos seres vivos no decorrer das gerações é hoje considerada um fato para a biologia (MAYR, 2009), ainda que os mecanismos pelos quais ela se desenrole e atue possam ser discutidos como teorias.

Uma zebra pode ser mais rápida do que outra porque seus pais exercitavam mais os seus músculos pela necessidade de fugir dos leões, como diria Lamarck. No entanto, pode-se argumentar que uma zebra é mais ágil do que a outra porque

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

haveria, naturalmente, uma diversidade de animais mais velozes do que outros e que, por esse motivo, acabaram sendo selecionados e passaram suas características a seus descendentes, ao contrário de outras, que viriam a deixar filhotes mais lentos, como explicaria Darwin. Ainda que haja diferentes perspectivas, não se duvida mais de que os seres vivos se modificam.

A partir do início do século XX, com a redescoberta dos trabalhos de Mendel, os avanços sobre os mecanismos de hereditariedade das características dos seres vivos, somados a técnicas de pesquisas cada vez mais apuradas e precisas, pôde-se desenvolver em bases sólidas o que se convencionou chamar de "teoria sintética da evolução", "síntese moderna" ou "neodarwinismo" (RIDLEY, 2006). Atualmente, podemos compreender melhor pontos que Darwin desconhecia e explorar com cada vez mais segurança as potencialidades de seu pensamento. Em linhas gerais, sua estrutura lógica, como bem resume Gould (1999, p. 1), pode ser descrita como:

> 1. Os organismos variam, e essas variações são herdadas (pelo menos em parte) por seus descendentes.
> 2. Os organismos produzem mais descendentes do que aqueles que podem sobreviver.
> 3. Na média, a descendência que varia com mais intensidade em direções favorecidas pelo meio ambiente sobreviverá e se propagará. Variações favoráveis, portanto, crescerão na população através da seleção natural.

A evolução, como diz a epígrafe dessa seção, é o conceito mais importante da biologia. Dito de outro modo, ao qual ainda nos referiremos ao longo do texto, "*Nada em biologia faz sentido, exceto à luz da evolução*" (DOBZHANSKI, 1973). Por esse motivo, na apresentação dos dados desta pesquisa, lhe será dada especial atenção nas falas e considerações dos professores entrevistados.

Este capítulo inicia-se com um breve histórico do pensamento evolutivo ao longo do qual mostraremos algumas modificações e conceitos fundamentais. Posteriormente, exploraremos concepções do que seria evolução, relacionando aquelas presentes nas falas dos sujeitos de pesquisa com a bibliografia utilizada. Por fim, serão analisadas as razões que os sujeitos de pesquisa atribuem para a necessidade, ou não, de se ensinar evolução articulando-a com a sua importância fundamental para a biologia, enquanto conhecimento científico.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

2.1
Evolução antes de Darwin

Desde os primeiros filósofos gregos encontramos explicações para as formas e os comportamentos dos seres vivos. Dentre estes, os dois de maior impacto sobre o pensamento evolutivo são Platão e Aristóteles.

Segundo Mayr (1982), Platão é o grande anti-herói do evolucionismo. Quatro de suas idéias tiveram impacto negativo sobre a biologia nos dois mil anos subseqüentes. Primeiramente, o essencialismo, a crença em idéias fixas, separadas e independentes da aparência. Se, segundo Platão, o que vemos é apenas uma versão defeituosa do perfeito mundo das idéias, então não faz sentido estudar sobre o mundo sensível e, portanto, os seres vivos, suas formas e comportamentos. Em segundo lugar, o conceito de mundo harmonioso. Se ocorressem modificações nos organismos, a harmonia estaria abalada. Terceiro, a crença em um poder criativo, um demiurgo. Embora Platão fosse politeísta, seu pensamento foi de grande importância para a concepção monoteísta de um deus criador que afetaria a filosofia medieval e até mesmo os naturalistas do século XIX, como Louis Agassiz (1807-1873). Por fim, a concepção de alma também imporia grandes dificuldades para o pensamento biológico, principalmente no que tange o lugar do ser humano na evolução.

Aristóteles, por outro lado, pode ser considerado o primeiro grande naturalista. Mayr (1982) ousa até mesmo dizer que ele seria a pessoa ideal para ser o primeiro desenvolver uma teoria sobre evolução, pois era um grande observador e foi o primeiro a ver graduações entre os seres vivos. Contudo, ainda estava distante do que seria proposto no século XIX. É interessante notar que o próprio Darwin faz uma observação semelhante em *A Origem das Espécies*:

> Aristóteles, na suas Physica Ausculationes (lib.II, cap. VIII, par.2), após observar que a chuva não cai para fazer o trigo crescer, como também não cai para danificá-lo quando o rendeiro o toca nas eiras, utiliza o mesmo argumento para organismos e acrescenta [...]: “Qual a razão pela qual as diferentes partes (do corpo) não teriam na natureza, estas relações puramente acidentais? Os dentes, por exemplo, crescem incisivos na parte anterior da boca necessariamente para partir os alimentos; os maiores, planos, servem para mastigar; assim, não foram criados com esta finalidade e esta forma é o resultado de um acidente. O mesmo se diz acerca dos outros órgãos que parecem adaptados a determinado ato. Por toda a parte, todas as coisas reunidas (isto é, o conjunto das partes de um todo) são constituídas como se tivessem sido feitas com o intuito de uma aspiração; tais formas, de uma maneira apropriada, por uma espontaneidade interna, são

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

> conservadas, enquanto que, no caso contrário, desapareceram e ainda desaparecem". Encontra-se aqui um esboço dos princípios da seleção natural; no entanto, as observações sobre a conformação dos dentes revelam o quão pouco Aristóteles compreendia sobre estes princípios. (DARWIN, 2004 p. 9-10)

Apesar do trecho em destaque poder parecer um autêntico testemunho sobre a teoria da seleção natural, Mayr (1982) esclarece que Aristóteles, tal qual Platão, era anti-evolucionista. O movimento do mundo orgânico, da concepção até a morte, não leva à mudança constante, mas sim a um estado estacionário de continuidade. Para ele a forma das espécies era fixa e eterna, pois a ordem natural era imutável e tudo na natureza tinha um propósito. Assim como Platão, sua influência nos próximos dois mil anos seria tão intensa que impediria o desenvolvimento da biologia evolutiva. É importante ressaltar que não há depoimentos dos/as professores/as que expressem essas idéias ou que se remetam a elas quando perguntados sobre suas concepções de evolução.

Durante a queda do império romano, o cristianismo se expande e domina todo o pensamento ocidental. Nesse período, o pensamento religioso abarca todas as áreas do conhecimento, Deus torna-se a medida de todas as coisas e sua palavra revelada na Bíblia está acima de qualquer questionamento (MAYR, 1982). A versão bíblica para o surgimento do mundo e de todos os organismos vivos não permitiu que se acreditasse na evolução por diversas razões: i) é uma explicação fixista, isto é, os seres teriam surgido como são hoje; ii) não haveria tempo suficiente para que ocorresse a evolução, pois, de acordo com a Bíblia, a Terra teria surgido em 4000 a.C. ; iii) no Velho Testamento há várias seqüências lineares de eventos, como no caso da formação do mundo em seis dias. A evolução, conforme discutiremos adiante, não apresenta nenhum tipo de linearidade ou fim.

Vale a pena ressaltar, no entanto, que alguns pensadores, como Santo Agostinho, faziam uma leitura menos literal da Bíblia em determinados pontos. Segundo Mayr (1982), Santo Agostinho acreditava que Deus não havia criado uma obra finalizada, mas que havia dado capacidade à natureza de produzir novos organismos. A terra, a água e todo o mundo natural poderiam gerar algo novo, inanimado ou vivo. Assim, segundo Santo Agostinho, a geração espontânea não seria um problema para o fiel, ela poderia acontecer a todo momento.

Segundo Mayr (1982), a Reforma Protestante representou um passo atrás no que se refere a este embrião sobre o pensamento evolutivo. A leitura literal da

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

Bíblia feita pelas novas religiões abafou completamente qualquer tentativa em sentido contrário, como a de Santo Agostinho, por exemplo.

A revolução científica dos séculos XVI e XVII não representou grandes avanços para a evolução biológica diretamente (MAYR, 1982). Embora cada vez mais tenha se questionado a Bíblia como fonte de explicação para o mundo natural, diversos pensadores da época eram cristãos como Newton, Descartes, Huyghens e Boyle, o que significa que não houve uma oposição profunda entre ser religioso e cientista. Além disso, as ciências ligadas à física, em franca expansão naquele momento, e a busca pela mecanização do mundo não só não exigia, como não tolerava a idéia de mudança. No entanto, com o amadurecimento da ciência, era inevitável que seus praticantes se sentissem compelidos a buscar explicações para outros fenômenos do mundo.

É importante notar que, de acordo com Mayr (1982), para que a idéia de evolução ganhasse mais espaço era preciso erodir duas idéias: i) todo o universo foi criado por um criador inteligente; ii) o mundo é estático e sem mudança. Este autor defende que tanto a pesquisa científica quanto mudanças no meio cultural e intelectual da época contribuíram nesse sentido. As grandes navegações, a filosofia de Descartes e Bacon, a literatura secular e a ênfase dada à racionalidade pela revolução científica foram determinantes para que se questionasse as explicações transcendentais sobre o mundo natural.

O desenvolvimento da cosmologia e sua ênfase em leis gerais para o universo também afetou a biologia. A gradual aceitação da mecanização dos fenômenos naturais fez com que a idéia de Deus continuasse como causa primeira, todavia não mais como orquestrador das causas secundárias. Dito de outro modo, Deus ainda era visto como criador, mas sua intervenção não era mais necessária para explicar os fatos do mundo natural. Aliada a isso, a idéia de que o universo seria infinito e estava em constante mudança ganhou força e contribui ainda mais para o questionamento de alguns preceitos baseados na Bíblia.

Avanços na geologia, ao longo dos séculos XVII e XVIII, foram ainda mais significativos nesse sentido. A descoberta de vulcões extintos e de colunas de sedimentos de grande extensão (cuja formação demora milhares de anos) abalaram profundamente a crença de que a Terra fosse recente. Embora a Igreja considerasse heresia qualquer afirmação em sentido contrário, Buffon, já em 1779, defendia que nosso planeta teria, no mínimo, 168.000 anos (MAYR, 1982).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

Paralelamente, a própria história natural contribui para uma crítica à visão bíblica restrita. As descobertas, dentro da própria Europa, de novas espécies não descritas no livro sagrado e as riquíssimas fauna e flora do Novo Mundo colocaram em cheque a crença na Arca de Noé.

Os registros fósseis, por sua vez, embora já fossem conhecidos pelos gregos, traziam novos questionamentos. Inicialmente, acreditava-se que seriam formados a partir de rochas como os cristais e que seriam acidentes da natureza. Posteriormente, passou-se a acreditar que seriam animais que não teriam sobrevivido ao dilúvio e foram soterrados. No entanto, este pensamento era incoerente com a crença na benevolência de Deus: sendo Ele plenamente bondoso, como poderia haver extinções em sua criação? Além disso, com o desenvolvimento da estratigrafia[1] percebeu-se que os seres fossilizados ocupavam estratos no solo e que a diferença entre os organismos de um nível e outro eram marcantes. Georges Cuvier (1769-1832), um naturalista cristão, deu uma explicação fixista para essas questões (BRAGA, GUERRA, REIS, 2007). Ele afirmava que haviam ocorrido várias catástrofes ao longo da história da Terra e que a cada uma delas apenas alguns seres sobreviviam e se multiplicavam. Alguns outros autores da época defendiam que haveria uma criação especial após cada evento de extinção em massa provocando, assim, o surgimento de novas formas de vida (MAYR, 1982).

Embora o Iluminismo no século XVIII tenha mudado a política, a filosofia, as artes e a ciência, apenas após a tomada de poder de Napoleão na França é que, de fato, ter-se-ia a primeira teoria verdadeiramente evolucionista com Lamarck (MAYR, 1982). A idéia de progresso propagada pelo Iluminismo era incompatível com inúmeros exemplos de regressões evolutivas como o caso do parasitismo e dos órgãos vestigiais. Tal ideal fica claro na chamada *scala naturae*, a Grande Cadeia do Ser (Figura 2), na qual todas as entidades deste mundo estão organizadas em uma escala ascendente, começando com os seres inanimados como rochas e animais, subindo para liquens, musgos e plantas, passando por corais e outros animais, até chegar ao ser humano (MAYR, 2009). A Grande Cadeia do Ser era considerada imutável e era um reflexo da mente do criador, que tudo ordenara em uma seqüência que levava à perfeição.

[1] Ramo da geologia que estuda a sucessão das camadas ou estratos que aparecem em um corte geológico (HOUAISS, 2009)

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

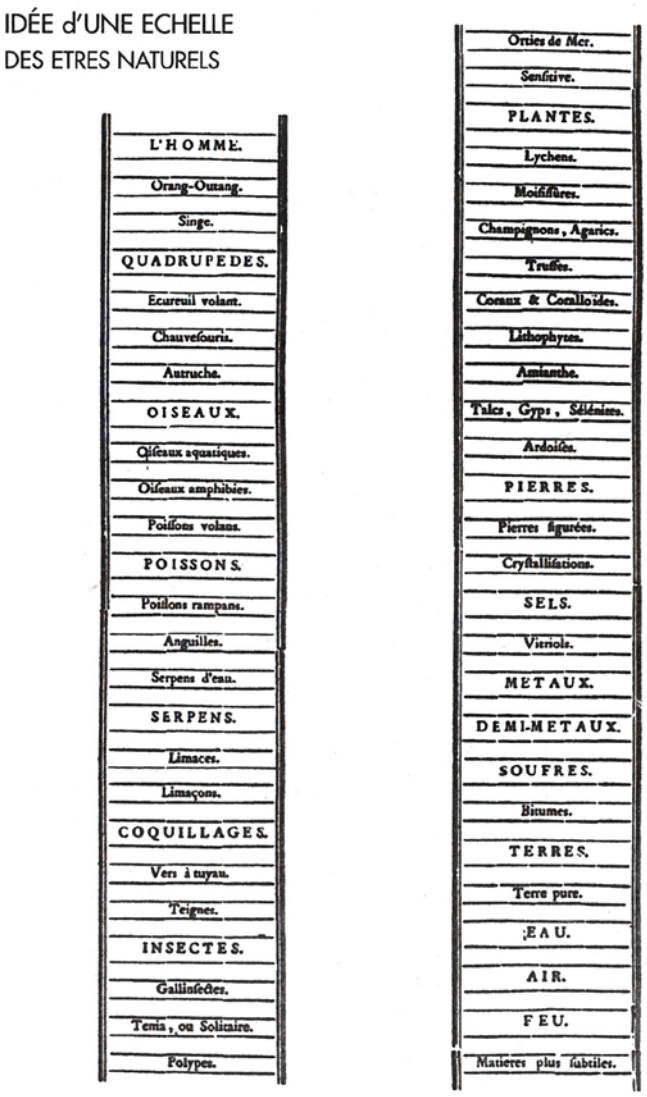

Figura 2: Grande Cadeia do Ser. Todos os seres existentes na Terra, das pedras ao ser humano, eram vistos como uma "Grande Cadeia" contínua, ou scala naturae. A ilustração mostra a versão de Bonnet (1745) para esta cadeia (MAYR, 2009 p. 26).

Vale a pena destacar que outra importante barreira para a evolução era o essencialismo. Fontenelle e Descartes rejeitavam uma idéia de mudança propriamente dita na natureza (MAYR, 1982). Percebiam que era possível o crescimento dos seres vivos, mas este nada mais era do que o desdobrar de suas potencialidades e não uma alteração de fato. O primeiro a quebrar este pensamento foi Lamarck em 1809.

Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, o Chevalier de Lamarck (1744-1829), nasceu em uma família pobre ao norte da França. Interessado por história natural, em particular botânica, desenvolveu extensos estudos nessa área, sendo convidado por George Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788) para trabalhar no Jardim do Rei (atualmente Jardin des Plantes) e no Museu de História Natural,

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

em Paris. Intencionava unificar os estudos em zoologia, botânica, fisiologia e história natural em uma única disciplina. Cunhou o termo *biologia* para essa nova área de estudos (BRAGA, GUERRA, REIS, 2007).

Em sua obra mais marcante, Philosophie Zoologique (1809), Lamarck defendeu que as espécies mudam ao longo do tempo se transformando em outras espécies. O modo como ele imaginava essas mudanças diferia substancialmente de Darwin e da "síntese moderna", tal como discutiremos adiante. Desse modo, convencionou-se chamar de "transformismo" o conjunto de idéias de Lamarck (RIDLEY, 2006).

Lamarck acreditava que as espécies persistiam indefinidamente, mudando de uma forma para outra. Porém, segundo ele, não haveria nem extinções nem ramificações (Figura. 3).

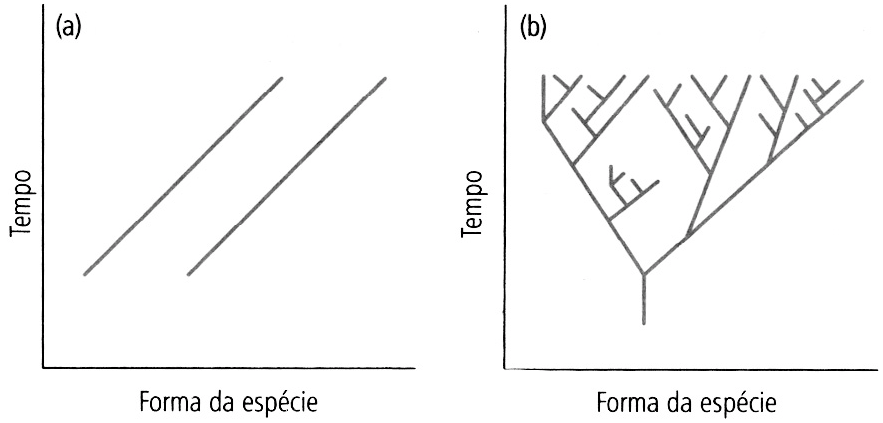

Figura 3: Comparação entre o (a) Transformismo lamarckiano, o qual difere em dois aspectos fundamentais da evolução imaginada por Darwin e (b) a evolução darwiniana é como uma árvore, pois as linhagens se bipartem e pode ocorrer extinção. (RIDLEY, 2006)

Lamarck tinha uma explicação de duas partes para a mudança das espécies. Primeiramente, os organismos seriam dotados por Deus de um poder para adquirir, progressivamente, organização mais complexa (MAYR, 1982). Ele acreditava se tratar de uma lei natural que não precisava de maiores explicações.

A segunda causa para as mudanças evolutivas seria a capacidade de reagir a condições especiais do ambiente. Esta resposta a determinadas circunstâncias seguiria a seguinte cadeia de eventos: i) toda mudança considerável e contínua no ambiente traria uma mudança real em suas necessidades; ii) toda mudança nas necessidades dos animais precisa de ajustes em seu comportamento (ações diferentes) para satisfazê-la, ocorrendo, conseqüentemente, uma mudança de hábitos; iii) necessidades e hábitos implicam em uma maior uso de determinadas

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

partes do corpo, desenvolvendo-as, aumentando-as ou fazendo surgir novas estruturas pelas suas próprias capacidades (MAYR, 1982).

Além disso, dois princípios auxiliares complementavam esse mecanismo. O primeiro é a chamada "lei do uso e desuso", segundo a qual o uso contínuo de um determinado órgão implicaria no seu desenvolvimento e sua não-utilização, uma atrofia (BRAGA, GUERRA, REIS, 2007). Segundo MAYR (1982), esta idéia não era nova e coube a Lamarck dar-lhe uma fundamentação mais consistente do ponto de vista fisiológico. Tamanha era a importância atribuída por ele a essa idéia que ele a chamou de sua "primeira lei". O segundo mecanismo e, segundo RIDLEY (2006), possivelmente o de menor importância para Lamarck, é aquele pelo qual ele é mais lembrado até os dias atuais: a herança das características adquiridas ao longo da vida. À medida que um organismo se desenvolve, ele adquire muitas características individuais, devido à sua história particular de acidentes, doenças e exercícios musculares. Ele sugeriu que uma espécie poderia ser transformada se essas modificações desenvolvidas ao longo da vida fossem transmitidas à prole.

O argumento lamarckista não é o paradigma dominante da biologia atualmente. Contudo, ele aparece na fala de uma das professoras entrevistadas. Quando perguntada sobre o que lhe vem mais forte à cabeça quando se pensa em evolução, ela termina sua resposta explicando como costuma abordar esse tema em sala de aula:

> *Tira tudo deles, até porque eles são muito vaidosos. Tira toda a tecnologia. Você vai ser quem? "Professora, pelo amor de Deus!" É! Deixa tudo bem baixinho assim. A gente já gosta mesmo né, do sedentarismo. Não coloca nada em árvore alta não.* ***Deixa tudo bem baixinho, deixa tudo bem no chão pra ver se não vai ficar corcunda. Você vai voltar àquela fase ó, ó****. Não precisa subir, o homem já gosta mesmo de ficar à toa de não fazer nada. Você vai ficar abaixando pra pegar tudo lá embaixo de acordo com a vegetação baixa. Se essa vegetação for crescendo, aí sim né, as dificuldades da vida vão fazer você pegar uma laranja lá em cima né? Uma jaca, uma maçã.* ***Aí você vai voltar a levantar, porque aí ou você levanta ou você não come. E aí você tem que se adaptar.*** *Acabou, o rasteirinho acabou querido. A partir do momento em que começou as vegetações a crescerem você tem que acompanhar pra pegar.* ***E nisso que você pega você cresce. Você tem que ficar ereto. Não tem saída pra você. Não é você que quis ficar ereto, não tem saída pra você.*** *Mais ou menos assim que eu trabalho. –* Marta (Grifos nossos).

É possível identificar no depoimento de Marta que o ser humano seria capaz de alterar a sua forma para adequar-se ao ambiente em que vive. Além disso, há outro aspecto que chama a atenção. Segundo a síntese moderna, a

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

evolução não acontece dentro de uma única geração. É um processo que está ligado também à hereditariedade, isto é, com a transmissão de características ao longo de várias gerações. No entanto, Marta afirma ensinar a evolução como modificação no corpo do indivíduo em um curto espaço de tempo.

Lamarck com freqüência descrevia os seres vivos como “desejando” ou “querendo” mudanças em si próprios. A sua teoria foi, por isso, muitas vezes caricaturada, pois sugeria que a evolução acontecia de acordo com a vontade do organismo (RIDLEY, 2006). Todavia, a teoria lamarckista não exige qualquer esforço consciente por parte do organismo, apenas certa flexibilidade no desenvolvimento individual e a herança dos caracteres adquiridos.

Ao longo de toda sua carreira, Lamarck teve profundas divergências ideológicas com Cuvier. Este possuía grande influência política na França e no meio acadêmico, o que fez com que a maioria dos naturalistas da época adotassem a sua perspectiva fixista das espécies (RIDLEY, 2006). Lamarck deixou a cátedra no Museu de História Natural em 1820, morrendo cego e pobre, aos 85 anos.

Atualmente, há um grande esforço em se resgatar a importância de seu trabalho, tendo em vista que poucos cientistas foram, ao longo da história da biologia, tão discriminados quanto Lamarck (MAYR, 1982). Tal discriminação se reflete nos livros didáticos, conforme apontado por Almeida e Falcão (2010). Segundo estes autores, Lamarck e Darwin são, com freqüência, comparados e este é apresentado como modelo de cientista e aquele como um teórico especulativo. Além disso, há uma confrontação e oposição de suas teorias o que, muitas vezes, revela-se como uma distorção.

Até aqui procuramos explicitar, ainda que brevemente, o caminho que a biologia trilhou ao longo de mais de dois mil anos para que se estabelecessem as bases e as primeiras aproximações do que chamamos hoje de evolução. Fica claro que este percurso não foi linear e tampouco esteve distante do meio cultural em que se desenvolveu. A influência do pensamento grego, posteriormente incorporado pela Igreja Católica, marcou profundamente um longo período da história ocidental. As mudanças trazidas pela revolução científica, as grandes navegações e o desenvolvimento de diferentes ciências contribuíram significativamente para que se questionasse a Bíblia e se construísse uma explicação própria, até certo ponto, sobre o surgimento, extinção e modificação dos seres vivos. Portanto, percebemos uma gradual e lenta saída da visão religiosa

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

para explicar o mundo natural e o crescimento das visões científicas. Neste sentido, Lamarck se destaca como o primeiro evolucionista, ainda que receba pouca atenção e seja, freqüentemente, mal comparado a Darwin.

2.2
Charles Darwin

Charles Robert Darwin nasceu em 12 de fevereiro de 1809 em Shrewsbury, Inglaterra, quinto filho de Robert Darwin, respeitado médico, e neto de Erasmus Darwin, importante naturalista. Desde pequeno tinha gosto por colecionar toda sorte de coisas: conchas, lacres, moedas e minerais (DARWIN, 2000). Sua autobiografia, segundo Mayr (1982), não deve ser lida ao pé da letra não só por ter sido escrita quando tinha 67 anos e talvez sua memória não estivesse tão apurada para os fatos de sua juventude, mas, principalmente, pela humildade excessiva, típica da escrita vitoriana. Esse estilo autoral fez com que diversos de seus biógrafos o descrevessem como um bronco inculto que se tornou arquiteto de umas das maiores revoluções intelectuais de todos os tempos.

Atendendo ao desejo de seu pai, estudou medicina em Edimburgo por algum tempo, mas, impressionado com as cirurgias, desistiu. A família decidiu, então, que devia estudar para o sacerdócio em Cambridge (Christ College), o que não era nenhum problema para um naturalista em potencial, já que a maioria dos especialistas em história natural eram ministros da Igreja (MAYR, 2009). Assim, cumpriu todas as disciplinas, porém as que lhe chamaram mais atenção foram as de história natural.

Após quatro anos de estudo em Cambridge, recebeu seu título de bacharel em abril de 1831, aos 22 anos de idade, e, em dezembro do mesmo ano, embarcou em uma viagem que mudaria não só o seu destino, mas o de toda a humanidade. Durante os cinco anos seguintes, Darwin esteve a bordo do Beagle viajando ao redor do mundo e tendo a oportunidade de coletar diferentes espécimes e conhecer vários ambientes distintos.

É interessante notar que, inicialmente, Darwin estava escalado para ser o companheiro do capitão do navio, Robert Fitzroy, e não o naturalista da expedição (GOULD, 1999). Por esse motivo, teve uma grande disponibilidade de tempo e dinheiro que lhe conferiram maiores facilidades para desenvolver seu trabalho

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

como naturalista do que o encarregado oficial, Robert McKormick. Cansado de sua situação desfavorável, McKormick foi "declarado inválido" em abril de 1832, quando o navio estava no Rio de Janeiro e regressou para a Inglaterra. Gould (1999) destaca que o exemplo de Darwin ilustra como as classes sociais podem influenciar a história da ciência. Ser membro de uma família riquíssima lhe permitiu ter tempo para se dedicar a seus estudos sem a necessidade de um emprego formal.

Depois de voltar à Inglaterra em 1836, Darwin dedicou-se exaustivamente ao estudo das amostras coletadas em um criterioso trabalho que culminaria, vinte anos mais tarde, com a publicação de *A Origem das Espécies*. Dentre todos os materiais analisados destacam-se os tentilhões das ilhas de Galápagos, no Equador. Cada ilha possuía aves com características distintas, adaptadas às características específicas de seu local de origem. Baseado nisso, Darwin sugeriu que todas elas deveriam ter uma origem comum e que ao longo do processo evolutivo, novas formas foram se desenvolvendo.

Influenciado pelos trabalhos Thomas Malthus (1766-1834) sobre os recursos que as populações humanas utilizavam e os de Charles Lyell (1797-1875) sobre geologia, Darwin conseguiu formular uma teoria para explicar como novas espécies poderiam surgir a partir das já existentes: surge, enfim, a teoria da seleção natural. Não se pode deixar de mencionar que, de forma independente de Darwin, outro pesquisador chegou a conclusões semelhantes. Alfred Russel Wallace (1823-1913) viajando pelas Américas e pela Ásia, escreveu um trabalho enviado a Darwin:

> Mas meus planos sofreram uma reviravolta, pois no início do verão de 1858, o Sr. Wallace, que então se encontrava no arquipélago da Malásia, enviou-me o ensaio "Sobre a tendência das variedades a se afastarem indefinidamente do tipo original". Esse ensaio continha exatamente a mesma teoria que o meu. O Sr. Wallace manifestou o desejo de que, caso formasse uma boa opinião de seu ensaio, eu o enviasse a Lyell para exame. (DARWIN, 2000, p. 104-105)

Darwin e Wallace publicaram em 5 de setembro de 1858 trabalhos em que defendiam a evolução das espécies, contudo não receberam atenção. Somente em 24 de novembro de 1859, com o lançamento de *A Origem das Espécies*, cuja primeira edição esgotou-se neste mesmo dia, Darwin chamou a atenção do meio acadêmico e da sociedade da época.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

Segundo MAYR (2009), o pensamento de Darwin continha cinco teorias: i) as espécies são mutáveis (teoria básica da evolução); ii) todos os organismos descendem de um ancestral comum (evolução ramificada); iii) não existem saltos ou descontinuidades (a evolução é gradual); iv) as espécies tendem a se multiplicar (a origem da diversidade); v) os indivíduos de uma espécie estão sujeitos à seleção natural. Para Darwin, a evolução ocorreria de forma ramificada, com o surgimento de novas espécies e a extinção de outras, como apresentado anteriormente na figura 2 (página 36).

As evidências de que a evolução ocorre são muitas e, à medida que o tempo passa, diversas outras são descobertas. Fósseis, órgãos homólogos, órgãos vestigiais, as semelhanças embrionárias, os dados biogeográficos, as similaridades entre as moléculas de DNA, dentre outras, são fortíssimos indícios da evolução (MAYR, 2009). Dessa forma, os biólogos não mais se referem a ela como uma teoria, mas sim como um fato, tão bem estabelecido quanto o fato de que a Terra gira em torno do Sol e é redonda, não plana (MAYR, 2008). O cruzamento dessas ferramentas metodológicas revelam semelhanças entre os seres vivos o que permite afirmar que os seres vivos possuem uma origem comum (MAYR, 2008).

Os sujeitos dessa pesquisa, todos professores de biologia, reconhecem, de uma maneira geral, que a evolução de fato ocorre e aceitam suas evidências, em diferentes momentos das entrevistas. João, por exemplo, se refere a este ponto especificamente quando realiza comentários sobre a notícia de jornal fornecida durante a entrevista:

> [...] *Hoje em dia com ferramentas moleculares e laboratórios de drosófilas, a gente consegue... E bactérias...* ***Você consegue fazer micro e até em certa escala macroevolução dirigida e controlada e mostrar que o modelo funciona****, né? –* João (Grifos nossos).

Já Sarah e Eva abordam esse ponto quando questionadas o que lhes vêm mais forte à cabeça quando pensamos em criacionismo, como forma de fazer uma crítica a determinadas idéias criacionistas:

> [...] *Eu acho que tem muitas evidências, por exemplo, o que é o* ***fóssil*** *então, se as coisas não mudaram? –* Sarah (Grifos nossos).

> [...] *Por que o próprio planeta já passou por tantas transformações, eu acho meio impossível. Como assim, como não mudou nada desde então.* ***E as evidências estão aí, evidências fósseis, as evidências bioquímicas, as pesquisas de embriologia. Hoje em dia a gente tem análise de DNA.*** [...] *Se a gente for analisar um embrião - os alunos ficam chocados quando a gente fala isso - tem fenda branquial. Da onde que vem isso? Eu falo para todo mundo vocês tinham*

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

> *fenda branquial, rabo de... E membrana interdigitante e é humano.* ***Então, alguém tinha que chamar atenção para estas evidências***. – Eva (Grifos nossos).

Raquel também aborda indireta e rapidamente sobre as evidências da evolução quando questionada como ensina esse tópico a seus alunos:

> *Você viu dinossauro? Alguém viu? Se agora alguém tá dizendo, agora que tem por quê? "Ah, professora porque acharam"...* ***Ah então acharam o fóssil****. Então você concorda que existiram os dinossauros? Concordo. Então a pessoa já fica, entendeu? Se ele não acreditava que... Se ele acreditava que tudo que foi formado existe até hoje… Então eu só jogo uma sementinha… Então aí vai… Então… Existiram girafas de pescoço curto,* ***existiram os registros fósseis****.* – Raquel (Grifos nossos).

Jeremias, por sua vez, toca nesse ponto quando perguntado o que lhe vem mais forte à cabeça quando pensa em evolução:

> *Porque a* ***gente estuda as evidências evolutivas****, a gente vai vendo os mecanismos das espécies, vai conhecendo a diversidade, a gente vai observando e, cara... Você negar isso é algo muito... Você tem que ter algo muito grande pra negar isso. Acho que o cara que nega, na verdade, tá se enganando muito. O cara que entende, que estuda, que vai atrás mesmo da evolução e transformação das espécies, o cara...* ***Eu acho que com as evidências que a gente tem hoje são muito claros esses aspectos que a gente tem da evolução das espécies. Então eu respeito até o cara que não acredita nisso, mas pra mim é muito claro****, cara.* – Jeremias (Grifos nossos).

Percebemos nas falas desses/as professores/as a aceitação de que a evolução ocorre e em, algumas delas, uma clara discordância em relação a posturas de negação ao processo evolutivo. Voltaremos a esse ponto nos próximos capítulo quando abordarmos as diferentes maneiras como esses/as professores/as conjugam suas crenças religiosas com o conhecimentos científico.

Uma das grandes dificuldades para o entendimento da evolução talvez seja o seu ritmo lento. Darwin (2004) já atentava pra isso. Mayr (2009) esclarece que após centenas ou milhares de anos de seleção, uma população natural já está próxima de seu genótipo[2] ótimo. Com isso, todos os indivíduos que se afastam do fenótipo[3] ótimo são eliminados, reduzindo de maneira considerável a variabilidade dos fenótipos em cada geração. A esse respeito, Darwin (2004, p. 103) argumenta:

> Por mais lenta que seja a marcha da seleção natural, se o homem, com os seus poucos recursos, consegue realizar tantos progressos aplicando a seleção artificial, não consigo notar nenhum limite na soma de alterações, assim como na

[2] Conjunto de genes (de um ser vivo, de uma população etc).

[3] Conjunto de todas as características observáveis de um indivíduo desenvolvido ou em desenvolvimento, incluindo as anatômicas, fisiológicas, bioquímicas e comportamentais. O fenótipo é o resultado da interação do genótipo com o ambiente (MAYR, 2009).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

> beleza e complexidade das adaptações de todos os seres organizados, em suas relações recíprocas e com as condições físicas de vida que podem, no transcorrer do tempo, realizar a força da natureza.

O gradualismo da evolução foi contestado por dois argumentos: i) a origem de órgãos, capacidades fisiológicas completamente novas e ii) as extinções em massa (MAYR, 2008). O primeiro questionamento dizia ser impossível que um órgão muito complexo como o olho humano não poderia surgir pela seleção natural. De que valeria um olho que não enxerga tão bem? Nesse sentido, a evolução se daria através de saltos (saltacionismo), ou seja, de uma forma brusca, estruturas complexas surgiriam em um indivíduo que se tornaria progenitor de um novo tipo de organismo (MAYR, 2009). No entanto, descobertas posteriores mostram que encontramos diferentes graus de sofisticação dos olhos quando analisamos os diferentes filos animais (MAYR, 2008, 2009).

Nosso planeta já passou por diferentes extinções em massa e isso já era sabido à época de Darwin (MAYR, 2008). São eventos cataclísmicos raros em que grande parte da biota perece. O exemplo mais conhecido talvez seja o do final do Cretáceo (há cerca de 65 milhões de anos atrás) quando os dinossauros foram extintos. Em uma situação dessas, um novo ambiente, repleto de nichos disponíveis, apresenta-se para os seres sobreviventes. Assim, esses organismos podem se dispersar e, conseqüentemente, formar novas espécies.

Esse ritmo gradual e lento da evolução pode sugerir que ela não ocorra mais nos dias de hoje, como expresso no questionamento de uma professora:

> *Evolução é um processo, ela é um processo contínuo, mas que, como dizem, é contínuo.* ***Mas hoje eu não observo esta continuidade. Se evolução é um processo contínuo e dinâmico, por que hoje a gente ainda não continua observando este fenômeno?*** – Maria (Grifos nossos)

Embora a maior parte das evidências evolutivas sejam indiretas, há vários casos observáveis em curto espaço de tempo da evolução. A resistência do vírus HIV a determinados medicamentos é um exemplo (RIDLEY, 2006). Uma pessoa infectada possui uma grande variedade desse vírus em seu corpo. Ao introduzir em seu organismo uma droga que ataque o vírus, boa parte dessa diversidade irá ser eliminada. No entanto, é provável que alguns deles, por ação de mutações, já sejam resistentes ao medicamento. Assim, esses se multiplicarão e, após certo período de tempo, a droga não será mais eficiente em seu combate.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

Os seres vivos em um ambiente estão em constante competição entre si pelos recursos necessários a sua sobrevivência (alimento, espaço, luz, parceiros, entre outros). Aqueles que apresentarem formas mais bem adaptadas à sobrevivência têm uma chance maior de deixar descendentes, os quais, por sua vez, passarão suas características adiante. Como o ambiente muda ao longo do tempo, diferentes formas estarão mais bem adaptadas a ele do que as do passado. Com isso, sua freqüência aumenta, enquanto que aqueles seres que não forem bem adaptados perecerão. Dessa forma, novas espécies são formadas e a esse processo se dá o nome de seleção natural[4] (RIDLEY, 2006).

É importante destacar que a evolução por meio da seleção natural não é teleológica (DARWIN, 2004; GOULD, 1999; MAYR, 1982, 2008, 2009; RIDLEY, 2006). Não há uma finalidade, nem um sentido de progresso rumo a uma pretensa perfeição. A seleção natural é, antes de tudo, um processo de eliminação (MAYR, 2009): os genitores da geração seguinte serão os indivíduos que sobreviverem por sorte ou por possuírem características que os tornam bem adaptados às condições ambientais vigentes. Todos os outros membros daquela mesma prole são eliminados.

Não se pode deixar de destacar que a seleção natural não é um processo ligado unicamente ao acaso. Ela se dá em duas etapas, uma aleatória e outra de eliminação (MAYR, 2009). A primeira diz respeito à formação do zigoto (meiose, formação de gametas e fecundação), durante a qual são produzidas novas variações genéticas de forma essencialmente randômica.

A idéia de acaso, que fundamentalmente explica apenas uma das etapas da seleção natural, é refutada pelos entrevistados que, na maior parte das vezes, colocam Deus em seu lugar. Isto aparece de forma marcante nas falas de seis professores, em diferentes momentos das entrevistas.

João e Eva tocam nesse ponto quando perguntados o que vem mais forte à cabeça quando pensa em evolução:

[4] A formação de novas variedades pode ser dada ainda pela seleção artificial (com a intervenção humana) e pela seleção sexual. A primeira foi amplamente trabalhada por Darwin em *A Origem das Espécies* (1859) principalmente através da formação de raças de cachorros e de pombos. A segunda foi objeto de seu livro *A Descendência do Homem e a Seleção Sexual* (1871), para o qual podemos citar como exemplo a cauda do pavão macho cujo objetivo exclusivo é atrair a fêmea. Há ainda a chamada deriva gênica (RIDLEY, 2006; MAYR, 2001) que decorre não de seleção, mas unicamente do acaso. Por exemplo, um deslizamento de terra que mate apenas uma determinada parcela de uma população de plantas que vivia ali.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

> ***Acaso**, né... As flutuações, o **acaso**... Eu acho que a evolução biológica é fantástica, simplesmente. É onde Deus se mostra não necessariamente um antropomórfico... **Ele se mostrar um feitor de leis de funcionamento de mecanismos que estão além da nossa compreensão** que até hoje... A gente construindo LHC, não sei quantos quilômetros abaixo do solo europeu pra tentar entender como que o universo funciona e até agora não faz todo o sentido do mundo pra gente.* – João (Grifos nossos).

> *Recentemente eu estava dando uma aula de síntese de proteínas, falando sobre as mutações e tal, falei sobre a coisa da degeneração do código genético - "gente olha que maravilha é isso, você teve um erro, você teve um erro aqui e no final não aconteceu nada, entendeu? **É acaso**? Sabe, foi por acaso? Aquela história da mutação, a mutação é casual? Impossível? **Eu acho que existe uma força criadora**. Em algum momento a gente tem que perguntar: - "ta, isso veio disso, agora e isso? **Aí eu coloco Deus. Bem, não é só ai**.* – Eva (Grifos nossos).

Moisés e Adão falam sobre o acaso quando perguntados se possuem alguma explicação pessoal para a evolução:

> *Seria uma coisa ao **acaso**, essa mutação, tudo bem, pode até ser induzida por algum fator, mas seria uma mutação ou alguma coisa que aconteceu em um acaso, vamos dizer assim, essa variabilidade genética. Pessoalmente, eu já me perguntei isso muitas vezes**, não sei se esse tão acaso existe**, quando a gente vai falar de religião **não sei se esse acaso existe, porque aí vem a questão da fé que cada um vai ter, as pessoas que não tem fé vão dizer que é o acaso realmente, a pessoa que tem fé, pode ser que se desvie um pouco desse pensamento.** Então eu, como professor, falo com meus alunos que a evolução aconteceu ao acaso.* [...] *Então pra mim, assim, eu, não como professor, agora, o que eu acredito é que **existe sim alguma influência divina aí**, vamos dizer, porque muitas lacunas ainda estão abertas. Tudo bem que podem ter sido cientistas que não descobriram ainda, que talvez venham a descobrir, mas, não sei, eu acredito que as coisas são tão perfeitas, se encaixam tanto que não sei, pensar numa evolução pura **somente que aconteceu ao acaso,** seria muito pessimismo, talvez, otimismo, aliás.* – Moisés (Grifos nossos).

> [...] *Agora, **eu vejo esse caminhar da evolução, da vida, eu vejo como uma interferência, uma obra de Deus**, aí sim. Esse meu lado religioso me diz isso. Porque eu não consigo achar respostas sem ser com a presença de Deus, eu não vejo essa resposta, **você dizer que sim que é simplesmente o acaso, pra mim é muito vago, muito vago**. Eu acho assim: se você estuda de forma mediana, razoável, você destrói a presença de Deus; mas se você estuda muito mais, você vê que as explicações que você acha aí, não são suficientes quando você vai mais adiante, **aí você vê que tem, na minha fé me diz que tem a presença de algo, de uma religião, de um Deus que seja lá ele qual for, que está direcionando isso**.* – Adão (Grifos nossos).

Maria aborda esse assunto quando perguntada como sua fé religiosa começou. Essa pergunta foi uma das primeiras a ser feita e ela realizou essa mudança de assunto por conta própria, mostrando um grande anseio em falar sobre o assunto:

> *A minha família é toda católica, mas eu sempre fui uma pessoa que eu sempre acreditei em Deus, independente daquilo que biologicamente se ensina. Eu*

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

> *sempre acreditei em Deus. Então eu tive a oportunidade de fazer uma pesquisa mais a fundo a respeito da bíblia e... Tanto em nível secular, como os encontrados em bibliotecas, livros de filosofia, teologia, como uma pesquisa mais detalhada a respeito da Bíblia. Então, isto me despertou o interesse e eu comecei a ver que o que está escrito ali também faz sentido. E depois quando você começa a pesquisar, você vê que existem algumas situações complexas nos organismos vivos que eu, no meu caso, pelo que eu acredito,* ***a evolução sozinha não poderia ter levado a este tipo de condição****... Até de perfeição, em algumas situações; ai realmente não é que... Você pode até explicar que em algum momento* ***tem que ter tido um "start", este "start" não tem como ter sido o acaso****. Na minha concepção, ele não tem como ter sido. Pode até ser que através deste "start" as coisas vieram sendo desenvolvidas ao ponto de você chamar de evolução.* – Maria (Grifos nossos).

Jeremias fala sobre o acaso em dois momentos. O primeiro se dá quando perguntado como definiria evolução:

> *A questão da mutação genética ela de fato acontece. A grande questão é o que possibilita isso acontecer, né cara?* ***Será que é sempre o acaso que as mutações acontecem? Será que não tem nada direcionando alguns tipos de mutação?*** – Jeremias (Grifos nossos)

Posteriormente, ele se diz um "neo-criacionista" e explicita melhor este ponto:

> *P*[5]*: Você tinha dito que se achava um criacionista evolucionista.*
> *J: É... Sou um neo-criacionista (risos).*
> *P: Me explica melhor isso então.*
> *J:* [...] *Então eu acredito na evolução das espécies, dos seres vivos. Mas eu também acredito que é possível um direcionamento disso,* ***não acredito que é ao acaso****.* – Jeremias (Grifos nossos)

Percebe-se nas falas dos entrevistados que há um forte vínculo da concepção de evolução com acaso, no entanto de forma distinta da preconizada pela teoria de Darwin. Sai o acaso e entra Deus como explicação. Além disso, é interessante notar que nas falas de João, Adão, Eva e Maria aparece a idéia de que o próprio estudo das ciências leva a situações que não somos capazes de compreender pelo conhecimento científico e, por isso, recorrem a uma explicação religiosa. Este ponto será de grande importância, e a ele voltaremos, quando falarmos de como os professores articulam pensamento religioso e evolutivo.

No segundo momento da seleção natural, de eliminação, o novo indivíduo é testado desde seu estágio embrionário até a vida adulta e a reprodução. Os indivíduos mais bem preparados para enfrentar os desafios do ambiente e competir com outros membros têm maiores chances de sobreviver até a idade fértil e se reproduzir com sucesso (MAYR, 2009). Logo, as novas gerações não

[5] Pesquisador

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

surgem como de uma folha em branco, livre para ser desenhada ao acaso. As formas que "derem certo" serão mantidas de uma geração para a outra e poderão, com o passar do tempo, formar novas espécies. Essa segunda etapa não aparece nas falas dos sujeitos com a mesma intensidade que o tema do acaso. Cinco professores tocam mais claramente nesse ponto, mas apenas de maneira breve e sem grandes justificativas:

> *Mas, se por acaso, aquela população ali, algum daqueles indivíduos, tenha uma característica que possa favorecer,* ***eles vão sobreviver mais e vão passar essas características aos seus descendentes****.* ***E a gente sabe que isso acontece.*** *–* Jeremias (Grifos nossos)

> *Evolução seria um... É engraçado pensar em uma definição de evolução que não use a palavra evolução. Seria um percurso biológico baseado em mudanças casuais, que são as mutações, que serão transmitidas* ***na medida em que sejam vantajosas em determinados ambientes. Se não for vantajosa, evidentemente, esse indivíduo vai ser "predado" sem transmitir as mudanças****.* – Eva (grifos nosso)

> [...] *surgimento de novos seres mais aptos e menos aptos, onde os menos aptos* ***são selecionados pelo ambiente, não sobrevivem*** *ao longo dos anos, e* ***os mais aptos sobreviveriam ao longo desses anos e estariam aí até hoje****.* – Moisés (Grifos nossos)

> *Defino porque o planeta foi sofrendo modificações, né? E algumas espécies se extinguem por não se adaptar e outras espécies vão, né?* ***Algumas diferenças vão surgindo e se tornam mais adaptadas e vão conseguindo se reproduzir****.* – Raquel (Grifos nossos)

> *Vão sofrer a força do acaso e forças direcionais que* ***são a seleção natural que vai agir com as intempéries do ambiente****, né? Com os predicativos do ambiente que as necessidades mudam ao longo do tempo.* – João (Grifos nossos)

Pode-se perceber que há na fala dos professores a idéia de eliminação, porém não é abordada com a mesma intensidade e tensão de quando justificam não acreditarem no acaso no processo evolutivo. Isso pode indicar que os professores não teriam tanta resistência a esse aspecto da teoria da evolução quanto ao da formação da variedade em cada espécie, a qual está mais ligada ao acaso. Vale lembrar que Jeremias afirma que "a gente sabe que isso acontece" e que Eva utiliza a expressão "evidentemente" para demonstrar que está de acordo com a seleção natural. Tais assertivas não aparecem quando discursam sobre o acaso.

Herbert Spencer (1820-1903) definiu a seleção natural como "a sobrevivência dos mais aptos" (MAYR, 2009). Essa afirmação pode sugerir que a seleção natural é um processo tautológico, pois aqueles que sobreviveriam seria os

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

mais aptos e os mais aptos seriam aqueles que sobreviveriam. No entanto, a sobrevivência não é uma propriedade do organismo, mas apenas uma indicação de que o organismo possui alguns atributos favoráveis à sobrevivência. De fato, não é possível saber quem serão os sobreviventes *a priori*. Contudo, pelo que já expusemos, fica claro que não se trata de uma tautologia.

A reação às idéias de Darwin sobre a evolução e a seleção natural foram diferentes, tanto no meio acadêmico quanto na sociedade em geral. A primeira foi aceita quase que prontamente pela comunidade científica da época, mas gerou forte controvérsia no meio social, devido, principalmente, a oposição à Bíblia. Neste sentido, a atuação de Thomas Henry Huxley (1825-1895), também chamado de "buldogue de Darwin" (MAYR, 1982), em defesa do pensamento darwinista foi fundamental (RIDLEY, 2006). A idéia de evolução como mudança está fortemente expressa na fala de vários de nossos sujeitos de pesquisa. Por exemplo, quando questionada a respeito da definição de evolução, Nazaré afirma:

> [...] *eu tento ir um pouquinho por aí, começando a falar das características do planeta que permitiram a origem da vida, como eram os primeiros seres vivos e depois* ***as modificações que eles sofreram, até mesmo pelas modificações ambientais, os processos de mutação****, as teorias que tentavam explicar e a que hoje em dia é mais aceita.* – Nazaré (Grifos nossos)

Marta, por sua vez, faz a seguinte afirmação quando perguntada se possui uma explicação pessoal para evolução:

> *Não, não tenho nenhuma explicação pessoal. Eu creio que geneticamente nós realmente* ***modificamos*** *isso eu acredito. Eu acho que* ***nós passamos por modificações genéticas****, modificações climáticas.* – Marta (Grifos nossos)

Nesse sentido, ainda cabe a resposta de Jeremias para o que lhe vem mais forte à cabeça quando se pensa em evolução:

> *É a* ***transformação sucessiva da vida****, cara. Necessária, o mundo muda, as coisas mudam, as espécies vivas,* ***os seres vivos mudam também****, acompanham essa mudança. É isso, evolução é* ***transformação constante progressiva****. É algo concreto e muito claro pra minha cabeça a evolução das espécies.* – Jeremias (Grifos nossos)

Além dessas falas, os depoimentos de Eva e Raquel destacados anteriormente também indicam uma compreensão de evolução enquanto mudança. É interessante destacar que nem todos os entrevistados manifestam essa postura. Alguns deles, como veremos mais adiante, atribuem um sentido de melhora à evolução.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

Quando do lançamento de *A Origem das Espécies*, a idéia de seleção natural, todavia, foi fortemente rejeitada, sendo aceita apenas na década de 1940 (GOULD, 1999). Podem ser apontadas razões tanto do ponto de vista da pesquisa sobre evolução quanto do pensamento da época. Segundo Gould (1999, p. 36) para Darwin não há uma idéia de

> progresso geral inerente ao funcionamento da evolução. A seleção natural é uma teoria de adaptação local a meios ambientes cambiantes. Não propõe princípios aperfeiçoantes, não garante melhoria geral; em suma, não fornece motivos para uma aprovação geral num clima político que favorecia a idéia do progresso como inato à natureza.

No que se refere aos conhecimentos em biologia, a teoria de Darwin não possuía uma explicação satisfatória sobre a hereditariedade (RIDLEY, 2006). Ele acreditava em uma teoria de herança por mistura que, devido aos trabalhos de Mendel, percebeu-se estar equivocada. Dessa maneira, a teoria mais aceita até então era a de Lamarck: a variação dirigida. Nela, a prole tende a diferir dos progenitores na direção das características adquiridas por eles.

Além disso, não havia se desenvolvido conhecimentos suficientes para se explicar a origem da diversidade, isto é, ele reconhecia que havia diferentes formas entre os seres vivos de uma mesma espécie, mas não conseguia explicar como elas haviam surgido (MAYR, 2009). Ainda segundo Ridley (2006), a relação entre o acaso e a teoria darwiniana foi mal interpretada por seus contemporâneos, algo a que voltaremos mais adiante e que também encontramos na fala dos entrevistados.

Enfim, podemos afirmar que Charles Darwin é o nome de maior importância para a biologia até hoje. Sua dedicação e a riqueza de detalhes com a qual descrevia seus espécimes foram de fundamental importância para o desenvolvimento de sua teoria. A lógica da pesquisa científica de sua época, que permitia longas viagens e anos a fio de estudo, contribuiu igualmente. As limitações de seu pensamento vieram a ser complementadas por novas descobertas do início século XX. O atual paradigma da biologia foi formulado nessa época e a ele damos o nome de síntese moderna, neodarwinismo ou, teoria sintética da evolução. É o que veremos adiante.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

2.3
A Síntese Moderna

Após a publicação de *A Origem das Espécies*, a comunidade científica aceitou que a evolução de fato ocorria. No entanto, a seleção natural enquanto mecanismo da mudança, era rejeitada. Porém, esse cenário estava prestes a mudar com as descobertas e, como veremos, redescobertas científicas do final do século XIX e início do XX.

Na década de 1880, o biólogo alemão August Weismann (1833-1914), através de seus trabalhos sobre células somáticas e sexuais (MAYR, 1982), apresentou fortes evidências e argumentos teóricos de que as características adquiridas não eram herdadas. Além disso, Weismann descobriu o grande poder da recombinação dos cromossomos maternos e paternos, através do processo de *crossing over*, na geração da variabilidade genética.

Em 1865, o monge austríaco, erradicado na República Tcheca, Gregor Mendel, fez duas palestras nas quais apresentava os resultados de suas pesquisas sobre hereditariedade em plantas, que ele conduzia há quase dez anos (MAYR, 1982). Entretanto, seu trabalho não chamou muita atenção e permaneceu esquecido por trinta e cinco anos. Até que, em 1900, três botânicos – Hugo de Vries (1848-1935), Carl Correns (1864-1933) e Erich Tschermak (1871-1962) – chegaram a conclusões semelhantes e, ao consultar a bibliografia existente, se depararam com os trabalhos mendelianos. Foi Mendel quem primeiro percebeu que os fatores (hoje chamados de genes) vindos do pai e da mãe não se misturavam e se separavam no momento da formação dos gametas.

As descobertas de Weismann e Mendel forneceram bases para muitos estudos do início do século passado. A partir da década de 1930, Ronald Aylmer Fisher (1890-1962), John Burdon Sanderson Haldane (1892-1964) e Sewall Wright (1889-1988) mostraram de forma independente que a teoria da seleção natural poderia operar com a genética mendeliana (RIDLEY, 2006). Com uma teoria da hereditariedade firme e bem testada, a teoria de Darwin tomou força e, assim, estava elaborada a chamada síntese moderna, nome cunhado a partir do livro de Julian Huxley (1887-1975) – *Evolution: the Modern Synthesis* (1942).

Embora seja o paradigma mais consolidado atualmente na biologia, esta idéia aparece pouco claramente nas falas dos sujeitos da pesquisa. Apenas dois

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

professores descreveram evolução explicitamente do ponto de vista neodarwinista e da genética quando questionados como definiriam evolução.

> *Bom, a evolução é a* ***replicação de informações de genes, carregadas por indivíduos que vão ser pensados coletivamente como populações ao longo do tempo e esses replicadores vão sofrer seleção natural****. Vão sofrer a força do acaso e forças direcionais que são a seleção natural que vai agir com as intempéries do ambiente, né? Com os predicativos do ambiente que as necessidades mudam ao longo do tempo. Então, certamente um Tiranossauro já foi um ser muito adaptado há alguns milhões de anos atrás a história provou que essas condições mudam.* – João (Grifos nossos).

> *Eu definiria biologicamente,* ***segundo o neodarwinismo****, que seria, vamos dizer assim, a seleção dos seres mais adaptados ao meio ambiente e apesar dessa seleção restringir apenas os mais aptos, as modificações que ocorriam naquele... Nas circunstâncias ao longo dos anos,* ***Darwin não sabia explicar aquilo que acontecia, surgiu uma nova característica, uma nova espécie talvez, ele não sabia explicar e aí depois com o Mendel lá, foi explicado o neodarwinismo pela variabilidade genética, pela mutação através da genética****. Então, eu associo muito a evolução à genética, porque a genética foi um grande passo dentro da biologia, acredito eu. Então, essa genética revolucionou e completou algumas lacunas que Darwin não sabia responder, embora ele soubesse que acontecia alguma coisa ali para formar essa nova espécie. Então, a evolução pra mim é essa...* ***Surgimento de novos caracteres através da genética, mutações, variabilidade genética*** *e surgimento de novos seres mais aptos e menos aptos, onde os menos aptos são selecionados pelo ambiente, não sobrevivem ao longo dos anos, e os mais aptos sobreviveriam ao longo desses anos e estariam aí até hoje.* – Moisés (Grifos nossos).

Essa baixa incidência de respostas que abordem a evolução articulada com a genética e a hereditariedade entre os entrevistados talvez seja resultado da maneira como a escola básica desenvolve o tema. Bizzo e El-Hani (2009) afirmam que a escola deveria fornecer ao estudante uma base mais sólida no que diz respeito à hereditariedade para uma compreensão mais profunda da evolução.

A síntese inspirou inúmeras pesquisas de campo e laboratório como os dos russos Sergei Chetverikov (1880-1959) e Theodosius Dobzhansky (1900-1975) cuja obra *Genética e a Origem das Espécies* (1937) foi de grande influência. Mais tarde, durante a década de 1940, somaram-se a eles os trabalhos de Ernst Mayr (1904-2005) e George Gaylord Simpson (1902-1984) fazendo com que o neodarwinismo se estendesse à sistemática[6] e à paleontologia.

Em meados da década de 1940, portanto, a síntese moderna já permeava todas as áreas da biologia (RIDLEY, 2006). Com as descobertas em relação à molécula de DNA, o estudo da genética evolutiva avançou a largos passos. O trabalho de Frederick Griffith (1881-1941), em 1928, juntamente com o de

[6] Ciência que estuda a diversidade dos organismos (MAYR, 2008).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

Oswald Avery (1877-1955), Colin MacLeod (1909-1972) e Maclyn McCarty (1911-2005), em 1944, e o de Alfred Hershey (1908-1997) e Martha Chase (1927-2003), em 1952, identificando o DNA como a molécula responsável por carregar as informações hereditárias dos seres vivos (GRIFFITHS et al., 2005) são exemplos disso. Ainda mais importante, a identificação da estrutura do DNA como uma dupla-hélice, em 1953, por James Watson (1928-) e Francis Crick (1916-2004) abriu caminho para estudos da genética a nível molecular cujas aplicações surpreendem a cada dia.

A síntese moderna é, como dissemos anteriormente, o paradigma dominante da biologia atualmente. Ainda que algumas objeções tenham sido feitas a determinados aspectos, como os trabalhos de Stephen Jay Gould (GOULD, 1999) e de Lynn Margulis (BRUSCA, BRUSCA, 2003), ela continua sendo a resposta fundamental para as perguntas do tipo "por quê" nas ciências biológicas (MAYR, 2008). Assim sendo, a evolução é encarada como o eixo estruturador desse campo do conhecimento. Como Dobzhanski sintetizou no célebre ensaio "*Nothing in Biology makes sense except in the light of evolution*"[7]:

> Vista à luz da evolução, a biologia é, talvez, intelectualmente a mais agradável e interessante das ciências. Sem essa luz se torna uma pilha de fatos sem muito valor – alguns deles interessantes ou curiosos, mas sem criar um sentido como um todo. (DOBZHANSKY, 1973: 129)[8]

2.4
Origem da Vida

O foco deste trabalho é a evolução biológica e a religião segundo a concepção de professores de biologia que professam uma fé cristã. Embora esteja relacionada, a origem da vida, segundo Mayr (2009), já não é mais uma questão tão debatida como no início do século XX. Por esse motivo, fomos levados a fazer uma breve explanação do que se pensa acerca dessa temática do ponto de vista científico, uma vez que alguns de nossos sujeitos de pesquisa se referem a ela. Contudo, ela não será debatida a fundo nesse trabalho.

[7] Nada em biologia faz sentido exceto à luz da evolução (Tradução livre).

[8] No original: "Seen in the light of evolution, biology is, perhaps, intellectually the most satisfying and inspiring science. Without that light it becomes a pile of sundry facts – some of them interesting or curious but making no meaningful picture as a whole." (Tradução livre).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

Evidências astronômicas e geofísicas indicam que a Terra se formou há 4,6 bilhões de anos. Porém, os fósseis de seres vivos mais antigos encontrados até hoje são de organismos que viveram há 3,8 bilhões de anos (MAYR, 2009). Inicialmente a atmosfera de nosso planeta era desprovida de oxigênio e rica em gás metano, hidrogênio, amônia e vapor d'água. A superfície do planeta foi se resfriando gradualmente permitindo a formação dos primeiros oceanos. Neles a interação dessas moléculas entre si juntamente com descargas elétricas podem ter formado aminoácidos, uréia e outros compostos orgânicos simples conforme Stanley Miller mostrou em experimentos conduzidos na década de 1950 (MAYR, 2008). Essas substâncias são de grande importância para os seres vivos, porém não são capazes de se replicarem.

Dessa forma, os pioneiros da vida na Terra tiveram que resolver dois problemas principais: i) como obter energia e ii) como se replicar. Segundo Mayr (2009), o primeiro não é, ao que parece, um grande obstáculo. Os sulfetos presentes nos oceanos e a energia solar permitiram que organismos heterotróficos, primeiramente, e autotróficos, posteriormente, surgissem.

O segundo desafio, entretanto, foi mais difícil. Embora não saibamos qual o tipo de molécula replicável mais ancestral, várias linhas de evidência sugerem que o RNA precedeu o DNA, pelo fato daquele ser composto por fita simples enquanto o último é composto por dupla fita (RIDLEY, 2006). Além disso, o DNA necessita de enzimas para 'abrir' suas fitas para que as informações de ambas as fitas sejam lidas ou replicadas. O RNA, de modo inverso, pode interagir com o meio de forma direta, sem depender de enzimas.

A fase (hipotética) primordial da vida é chamada, portanto, de "mundo do RNA". A vida passou a usar o DNA mais tarde na história evolutiva, provavelmente pela alta taxa de mutação que o RNA possui, o que causaria mutações deletérias superiores à da possibilidade de existência da vida. Isso quer dizer que formas de vida mais complexas não poderiam evoluir antes que a taxa de mutação se reduzisse. A evolução do DNA teria reduzido a taxa de mutação, ou a teria levado à redução.

Três professoras apontam que tratam evolução e origem da vida de forma articulada em suas aulas, como forma de traçar uma possível história dos seres vivos em nosso planeta. Perguntadas sobre como ensinavam a evolução, obtivemos as seguintes respostas:

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

> *Por que eu acho que se você vai falar de biologia, que é o estudo da vida, você* ***tem que falar do começo da vida****. Eu sou bem didática, bem chata, então você tem que ter começo, meio e fim. Fim não tem, então, eu começo onde tudo começou, na origem da vida, as teorias evolucionistas.* – Eva (Grifos nossos)

> *Então, quando eu vou abordar esse assunto, começo falando do surgimento dos planetas, falo do Big Bang,* ***falo da terra primitiva, quais eram as características, ai começa a falar das mudanças que foram ocorrendo no planeta e que permitiram o surgimento do primeiro ser vivo*** [...]. *Aí, começo a falar dos processos de mutação para explicar porque hoje a gente tem tantas espécies diferentes, então, aí nesse momento eu começo a falar de especiação, teorias evolutivas, teorias de Darwin, Lamarck, o darwinismo.* – Nazaré (Grifos nossos)

> ***Eu tenho um pouco de dificuldade de separar esse tema de origem da vida de evolução****, e também, quando eu discuto esses temas eu discuto muito essa questão da filosofia e da ciência, porque muita coisa de origem da vida, a gente não tem certeza de que foi daquela forma, como que se chegou a essas conclusões, que poderiam ter sido dessa forma, tem várias hipóteses diferentes até hoje, então eu tento fazer essa discussão junto com eles.* ***Então, partindo de origem da vida, aí eu começo a falar de evolução, falar a principio das idéias do Darwin*** – Sarah (Grifos nossos)

Apesar de todos os avanços teóricos para a solução do problema da origem da vida, até hoje ninguém a conseguiu criar em laboratório (MAYR, 2009). Em 2010 um estudo do grupo do bioquímico Craig Venter foi noticiado pela grande mídia como tendo criado vida em laboratório. Na verdade, Venter e seu grupo criaram em laboratório um DNA completo de uma bactéria e o inseriram em uma célula receptora que, então, foi capaz de dar origem a novos organismos com o código genético produzido pelos cientistas (GIBSON et. al., 2010). Em 2009, outro grupo de cientistas já havia conseguido produzir moléculas de RNA a partir de condições semelhantes a da atmosfera pré-biótica (POWNER, GERLAND, SUTHERLAND, 2009).

Por fim, MAYR (2009) afirma que provavelmente ainda serão necessários muitos anos até que se consiga criar uma forma de vida em laboratório. Para ele, porém, a produção da vida não deve ser tão difícil assim, já que surgiu na Terra assim que as condições se tornaram adequadas, há 3,8 bilhões de anos.

2.5
Evolução: múltiplos significados

O conceito de evolução nem sempre teve o significado que usamos hoje e que procuramos explicitar neste trabalho. Na verdade, nem mesmo Darwin o

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

utilizava em suas obras, preferindo a expressão “descendência com modificações” (GOULD, 1999). Da mesma maneira agiam Lamarck (“transformismo”) e Haeckel (“teoria das transmutações”).

O primeiro motivo para não usar o termo evolução era porque este já possuía um significado diferente à época. Derivada do latim, *evolvere*, que significa desenrolar, foi utilizada pelo biólogo alemão Albrecht Von Haller (1708-1777) pela primeira vez, em 1744, em sua teoria sobre o desenvolvimento humano. Segundo Haller, os embriões cresciam de homúnculos pré-formados, contidos no óvulo ou no esperma e que, conforme afirma Gould (1999, p. 25), “por mais fantástico que possa parecer hoje em dia”, todas as gerações futuras já estariam formadas nos óvulo de Eva e no esperma de Adão. Assim, diferenciava-se muito da idéia de Darwin de que a cada geração surgem novas características.

No entanto, à época do lançamento de *A Origem das Espécies*, esse sentido usado por Haller estava praticamente abandonado. Já àquele momento se usava evolução no sentido de desenvolvimento progressivo (GOULD, 1999). O próprio Darwin a utilizava pouquíssimas vezes, pois rejeitava essa noção de progresso, como já discutimos anteriormente. Todavia, ele a usou no último trecho de *A Origem das Espécies* para que ficasse claro o sentido de mudança em contraste com a fixidez de leis físicas como a da gravidade:

> Existe uma grandeza nessa visão de vida, com seus vários poderes tendo sido originalmente insuflados em poucas formas, ou em apenas uma; enquanto este planeta continuou girando segundo a lei fixa da gravidade, desde o mais simples começo, infindáveis formas, as mais belas e mais maravilhosas, evoluíram ou estão evoluindo. (DARWIN, 1998, p. 369) [9]

De acordo com Mayr (2009), pode-se dizer que houve progresso evolutivo em certa medida, uma vez que ao longo dos 4,5 bilhões de anos de nosso planeta formas mais complexas de vida foram surgindo. Contudo, isso não significa dizer que os seres vivos, como expresso na *scala naturae* (página 36), estão caminhando rumo à perfeição. Em outras palavras, não faz sentido dizer que um organismo é mais evoluído do que outro. Da mesma forma que a invenção do automóvel não tornou obsoleto o uso da bicicleta, o surgimento de seres

[9] No original: There is grandeur in this view of life, with its several powers, having been originally breathed into a few forms or into one; and that, whilst this planet has gone cycling on according to the fixed law of gravity, from so simple a beginning endless forms most beautiful and most wonderful have been, and are being, evolved. (Tradução livre). Esse trecho viria a ser modificado na segunda edição, incluindo-se uma referência ao Criador. Voltaremos a esse ponto mais adiante.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

pluricelulares não fez com que as bactérias desaparecessem. Pelo contrário, esses microorganismos sobrevivem de forma muito eficiente a ambientes que nenhum outro ser consegue. Um dos professores entrevistados faz essa problematização quando perguntado se ensina evolução.

> *A evolução eu acho que até na hora de você organizar o programa da biologia, ela vem também pensando a nível da evolução, ou você começa do ser mais* ***inferior****, você começa lá das moléculas que formam os seres vivos, ou seja, do menor para o maior; ou você começa do maior para o menor. Nesse estudo que você faz, você passa sempre para um grau de complexidade maior e esse grau de complexidade, ele é dito, ele é encarado como sendo um grau da evolução sim, da evolução que vai acontecendo nos diferentes seres. Tem determinados momentos que a gente se acha numa sinuca de bico, será que aquele maior,* ***ele é mais evoluído? Ou ele é menos evoluído? O que você considera por evolução? É uma adaptação melhor ao ambiente onde ele vive? Ou não?*** – Adão (Grifos nossos)

Podemos perceber que Adão questiona se faz sentido dizer que um ser vivo é mais evoluído do que outro e qual o significado de "evolução". Porém, é preciso destacar que a evolução enquanto melhora aparece de forma sutil em sua fala. Quando ele expressa uma idéia de começar pelo "*inferior*", pode-se deduzir de que haveria formas superiores. Esta concepção fica ainda mais clara nas falas de outras professoras quando perguntadas sobre como ensinam evolução e o que vem mais forte à cabeça quando se pensa neste tema.

> *Então, eu acho que evolução é um processo que vai acontecer e ele vai bifurcar,* ***porque ele pode ir para algo positivo ou para algo negativo. O homem está evoluindo? Será que o homem que mata com requinte de crueldade ele evoluiu? Que evolução é essa que ele perdeu a sensibilidade, que é uma característica que difere os homens dos animais; a sensibilidade, o amor. Se ele perdeu isto, que evolução é essa, que está levando a maioria para caminhos desvirtuosos e outros, poucos, para um caminho melhor?*** *Então, eu acho evolução é um processo que ela chega um momento que ela vai divergir para de aspectos positivos e para aspectos negativos. O que eu mais observo, em relação ao homem, são aspectos negativos*. – Maria (Grifos nossos)

> ***Adaptação****. Evolução pra mim é* ***adaptação. São, sabe, aquelas saídas que a gente precisa pra continuar vivendo*** [...] *Então quando as coisas vão, quando a tecnologia caminha junto, você vai melhorando. E vai mudando e vai mudar muito mais e eu não sei como você vai ser, eu não sei como vai ser o homem daqui a 100 anos, 200. Eu não sei, porque* ***evolução pra mim é adaptação, é melhora****, entendeu?* – Marta (Grifos nossos)

Percebe-se a compreensão da evolução como algo que leva à melhora, inclusive da postura moral do ser humano, na primeira fala, longe do significado defendido por Darwin e do paradigma dominante na biologia atualmente. A segunda professora revela ainda uma distorção do conceito de adaptação para as

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

ciências biológicas. Mayr (2009) afirma que há dois sentidos correntes, um válido e outro não, para este termo. Em sua acepção legitimada pela ciência, adaptação é concebida como uma propriedade de um organismo que foi favorecida pela seleção natural. É, portanto, um fenômeno constatado *a posteriori*, com base na avaliação indutiva dos fatos. Já o segundo uso, incorreto do ponto de vista científico, refere-se a adaptação como o processo por meio do qual aquele traço favorável foi adquirido. Esta leva a crer que o organismo tem a capacidade inata de melhorar, de mudar o seu corpo *para* se adequar ao ambiente, o que como discutido anteriormente, não acontece.

Esses achados são semelhantes aos resultados das pesquisas sobre ensino de evolução de Oleques, Bartholomei-Santos, Boer (2011), Meglhioratti, Caldeira, Bortolozzi (2006), Tidon e Lewontin (2004). Esses trabalhos também identificam concepções teleológicas e progressivas para a evolução entre professores de biologia. Uma vez que essas produções não trabalharam com professores necessariamente religiosos, como é o caso do nosso estudo, pode-se pensar que essas distorções independem da crença religiosa. Além disso, pensamos que, em concordância com os trabalhos supracitados, a formação de professores de biologia, inicial e continuada, deve receber especial atenção no que concerne à evolução. Talvez a compreensão equivocada desses conceitos crie entraves para o seu processo de ensino-aprendizagem da disciplina.

Entretanto, a concepção de evolução como uma “melhora” ainda permanece no imaginário popular, como uma mudança rumo a uma maior inteligência, maior altura etc (GOULD, 1999). Essa crença deturpada do que Darwin pensava, levou a abusos históricos como o chamado darwinismo social (GOULD, 1999). Assim, durante anos, procurou-se justificar diferenças de capacidades intelectuais entre diferentes culturas, distorcendo-se a idéia darwinista.

2.6
Por que e como ensinar evolução?

A importância da evolução para o ensino de biologia vem sendo apontada por diversos estudos (ALMEIDA, FALCÃO, 2005, 2010; LICATTI, DINIZ, 2005; MEGLHIORATTI, CALDEIRA, BORTOLOZZI, 2006; OLEQUES,

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

BARTHOLOMEI-SANTOS, BOER, 2011; PORTO, 2009; TIDON, LEWONTIN, 2004). A idéia de que este conceito é central para a biologia enquanto disciplina acadêmica é o principal argumento para que o ensino dessa disciplina também seja dessa forma. Com isso, a organização dos conteúdos e a relação entre eles ganha sentido lógico, como o próprio desenvolvimento da evolução trouxe às ciências biológicas.

Este argumento também está presente nos documentos oficiais brasileiros. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), por exemplo, enfatizam a importância de uma abordagem evolutiva-ecológica de diversos conceitos biológicos:

> As relações entre alterações ambientais e modificações dos seres vivos, estas últimas decorrentes do acúmulo de alterações genéticas, precisam ser compreendidas como eventos sincrônicos, que não guardam simples relação de causa e efeito; a variabilidade, como conseqüência de mutações e de combinações diversas de material genético, precisa ser entendida como substrato sobre o qual age a seleção natural; a própria ação da natureza selecionando combinações genéticas que se expressam em características adaptativas, também precisa considerar a reprodução, que possibilita a permanência de determinado material genético na população. A interpretação do processo de formação de novas espécies demanda a aplicação desses conceitos, o que pode ser feito, por exemplo, pelos alunos, se solicitados a construir explicações sobre o que poderia determinar a formação de novas espécies, numa população, em certas condições de isolamento geográfico e reprodutivo. (BRASIL, 1998, p. 18)

Tal importância fica ainda mais explícita nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio:

> Um tema de importância central no ensino de Biologia é a origem e evolução da vida. Conceitos relativos a esse assunto são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas **constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas**. (...) A presença do tema origem e evolução da vida ao longo de diferentes conteúdos não representa a diluição do tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos, como **elemento central e unificador no estudo da biologia**. (BRASIL, 2006, p. 22) (Grifos nossos)

Fica evidente que os objetivos expressos nesses documentos acompanham o pensamento da biologia enquanto área acadêmica de que a evolução é seu eixo orientador. Mais do que isso, percebe-se no segundo documento a intenção de que essa temática atue, igualmente, como eixo central do *ensino* de biologia.

Dessa maneira, foi perguntado aos sujeitos de pesquisa se ensinavam evolução e por quê. Apenas uma professora afirmou que não ensinava evolução:

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

> *Não. Não. Quando eu chego nessa área de evolução eu converso como estou conversando com você. Nós fazemos assim, grupos de estudo. [...]**Porque aqui também é um grupo bem religioso**. E muito religioso. E aí é que entra a palavra religião pra você, quando você perguntou. É um grupo muito religioso. Então é um grupo religioso que segue… **Alguns pastores e bispos e tal que colocam pra eles somente uma verdade e se você for entrar muito nessa questão você vai criar atrito com a comunidade**. Então quando você já começa a falar, você já encontra atritos com os alunos, mesmo eu me colocando como alguém que também acredita na teoria criacionista. Mas mesmo assim! Alguns mais fundamentalistas ficam revoltados quando eu coloco. Então, eu tenho que ter o bom senso, eu tenho que ser criativa e eu tento colocar o tempo todo pra eles que são hipóteses. Sabe, não é nenhuma verdade verdadeira que ele vai abraçar e que você vai ter todo o tempo do mundo pra depois investigar isso aí e criar em cima disso aí e escolher o que você quiser. Mas só desse ponto de vista, mas a gente nem pode ir muito fundo nisso.* – Marta (Grifos nossos)

A professora diz que fala sobre evolução em sala, mas deixa claro que não a aborda da mesma maneira que outros conteúdos. Segundo ela, a religião dos educandos é um fator que gera grande resistência a esse tema, pois suas crenças são discordantes dos conceitos de evolução biológica. A alternativa encontrada por ela é apresentar a evolução como uma hipótese tão válida do ponto de vista científico quanto a explicação criacionista. Conforme discutimos anteriormente, a evolução é considerada, na perspectiva acadêmica, um fato e serve de eixo para todos os conhecimentos em biologia. Assim, tal como defendem os PCNEM, ela não pode deixar de ser trabalhada em sala pelo professor/a de biologia ou ciências.

Não queremos defender aqui uma postura autoritária do/a docente em ignorar as diferentes crenças dos estudantes e é interessante que a professora em questão ouça e respeite suas crenças. Contudo, o respeito às crenças não invalida o ensino de biologia no seu eixo orientador. Além disso, com essa postura, ela perde a oportunidade de fazer com que os estudantes tenham contato com novas idéias, diferentes daquelas de seu contexto social e religioso. Acreditamos que se queremos formar cidadãos críticos, conhecer outras visões de mundo é parte importante desse processo. Voltaremos a esse ponto mais adiante quando nos debruçarmos sobre as diferenças entre as visões científica e religiosa.

Todos os outros professores disseram que ensinam evolução. No entanto, um fato chama a atenção quando perguntados por que acham importante ensinar este conteúdo:

> *Porque eu ensino evolução? Porque está no programa da escola, esse é o **primeiro** passo.* – Moisés (Grifos nossos)

> *Por que... **Primeiro** porque tá no programa.* – Raquel (Grifos nossos)

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

> *Ah, eu ensino porque eu ensino tá lá no meu cronograma.* ***Se tivesse lá no meu cronograma que não era pra ensinar eu não ia ensinar****. Ou então, sei lá. Ou eu ia comentar de uma outra forma com eles, mas eu sou funcionário da escola. Isso é um negócio muito crítico pra gente professor. A gente tem que cumprir o cronograma, Isso é um negócio que a gente não tem muito o que fazer, que a gente tá de mão atada. Se der tempo da gente fazer outras coisas, a gente vai fazer. Se não der a gente tem que cumprir aquilo ali.* – Jeremias (Grifos nossos)

É interessante notar que para esses três professores a importância do ensino da evolução está intimamente ligada, principalmente, ao currículo da disciplina. Nota-se nos três casos uma referência explícita a prioridade do conteúdo programático em detrimento ao conhecimento acadêmico ou ainda uma vontade pessoal do professor. Certamente o professor tem uma série de obrigações a cumprir tal qual seguir a grade curricular estabelecida. Entretanto, cabe nos questionarmos até que ponto ele/a reflete sobre a própria prática e até que ponto há autonomia para que ele/a o faça.

Além dessas afirmações, outras foram recorrentes, como a alusão à centralidade da evolução para a biologia:

> *Bom, eu acho primeiro assim, muitos, até como se eu for me pegar como aluna de biologia,* ***as coisas fazem muito mais sentido se você pensar à luz da evolução****.* [...] *Porque você entende as coisas dentro de um contexto histórico, dentro de um contexto de interações, aí eu acho que vai fazendo mais sentido por causa disso, não simplesmente você decorar "esse animal aqui, ele é assim, assim, assim; essa planta é assim, assim, assim". Porque aí se não você teria partido do princípio que as coisas são assim, de uma forma mais fixa, eu não vejo muito sentido de porque você decorar um monte de coisas. Qual o sentido de um aluno, por exemplo, decorar um monte de coisas sobre animais e plantas. Eu acho que quando eu dou aulas de biologia eu quero que eles tenham uma autonomia pra ter conhecimentos e entender como as coisas acontecem, não decorar um monte de coisas.* – Sarah (Grifos nossos)

> *Segundo passo,* ***porque eu acho que tudo na ciência é a luz da evolução, já dizia um autor que na biologia nada faz sentido a não ser à luz da evolução****. Então a evolução é o primeiro passo pra, eu acho, se ensinar ciências. Tem que pensar nas coisas evoluindo na ciência, desde a evolução dos primeiros aparelhos do microscópio, quando a gente fala nessa evolução, desse tipo, microscópio óptico até os mais poderosos aparelhos, que permitiram visualizar novas estruturas, até os seres vivos lá no reino animal, quando você ensina de poríferos a mamíferos. Então você vê que aconteceu essa evolução nas estruturas dos animais e enfim, nos sistemas. Então, ensinar evolução porque eu acho que a ciência está pautada na evolução, ainda mais depois dessa genética que foi descoberta, essa evolução ganhou mais sentido ainda.* – Moisés (Grifos nossos)

> *Eu ensino porque eu acho que é um conhecimento importante para os meus alunos.* ***Tudo hoje em dia é visto à luz da evolução****. A gente sabe disso, que todos os eventos da Biologia são explicados a luz da evolução. Então, não ensinar evolução, é negar um conhecimento importantíssimo, que é chave de leitura para todo conhecimento da Biologia.* [...] *Para falar de modificação de*

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

> *moléculas, a evolução ajuda muito. Para falar de todos os reinos de todos os filos, a evolução explica muito. Então, assim, genética, também, tudo. Eu vejo a evolução orientando o olhar de tudo na Biologia. Então, não ensinar evolução, eu estou distorcendo a Biologia.* – Nazaré (Grifos nossos)

> *Mas assim, eu* ***acho que evolução é um tema central da biologia hoje mesmo****. Eu acho que é uma das coisas mais importantes que a gente deve ver. Muitos livros didáticos estão sendo feitos com foco na evolução. Você vê o livro todo programado pra começar na química da vida até chegar no último ser vivo mais adaptado, mais derivado* [...]. *Como essa vida surgiu até ela chegar ao ponto que tá, né, acho que* ***tudo passa pela evolução, é fundamental****. Então dentro disso é importante a gente conhecer os principais pensadores, a gente conhecer quais são os mecanismos evolutivos, a gente perceber quais os argumentos que a comunidade usa pra defender o evolucionismo e tal acho isso tudo muito válido pro cara ter essa percepção né.* – Jeremias (Grifos nossos)

Percebe-se claramente uma referência ao artigo de Dobzhanski "*Nada em biologia faz sentido senão à luz da evolução*". O uso da expressão "à luz da evolução" evidencia isso, assim como a indicação de que não há sentido se não há essa luz. Esses quatro professores concluíram sua graduação há poucos anos, o que talvez seja um indício de que a abordagem dessa temática na formação de professores tenha ganhado impulso recentemente, o que também se reflete na produção acadêmica da área, haja vista os trabalhos citados anteriormente. Seria interessante pesquisar se esses discursos se refletem na sua prática docente. Vale lembrar que Moisés e Jeremias haviam dito que a principal razão era o currículo e, posteriormente, o caráter axial da evolução das ciências biológicas.

Vale destacar que outros dois professores explicam de forma diferente porque ensinam evolução:

> *Por que eu acho que se você vai falar de biologia, que é o estudo da vida, você tem que falar do começo da vida. Eu sou bem didática, bem chata, então você* ***tem que ter começo, meio e fim****.* ***Fim não tem, então, eu começo onde tudo começou, na origem da vida, as teorias evolucionistas****.* – Eva (Grifos nossos)

> *A evolução eu acho que até na hora de você organizar o programa da biologia, ela vem também pensando a nível da evolução, ou* ***você começa do ser mais inferior, você começa lá das moléculas que formam os seres vivos, ou seja, do menor para o maior; ou você começa do maior para o menor. Nesse estudo que você faz, você passa sempre para um grau de complexidade maior e esse grau de complexidade****, ele é dito, ele é encarado como sendo um grau da evolução sim, da evolução que vai acontecendo nos diferentes seres.* – Adão (Grifos nossos)

Nesses dois trechos percebemos uma referência ao ensino de evolução para entender como a vida surgiu até chegar às formas atuais. É possível identificar que para ambos a evolução acontece ainda hoje através das expressões

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

"*fim não tem*" e "*evolução vai acontecendo nos diferentes seres*". Em um certo sentido, seguem a idéia da centralidade da evolução para a biologia, posto que se referem à área como um todo. Contudo, Adão deixa transparecer uma visão do processo evolutivo como progresso, como discutido anteriormente, quando afirma que "*começa do ser mais inferior*".

Quando questionados sobre como ensinam evolução, os professores responderam de diferentes maneiras:

> *Eu levei os alunos para ver aquela exposição que estava lá UFRJ, de Darwin, no bloco A.* [...]. *As faixas de anos entre os processos, as diferenças que aconteceram.* ***Até porque é um assunto para este tipo de alunos que a gente recebe aqui, fazer uma leitura dessa, ele acha muito cansativo, então, com este aluno você tem que ser muito no visual****. Então, o que a gente procura, pelo menos eu, particularmente, o que sempre busquei aqui foi fazer com eles* ***pesquisassem sobre o assunto****, porque pesquisando eles teriam informações mais diferenciadas e poderiam chegar a uma conclusão. Eu sempre trabalhei com eles, muito, a questão do visual, para que eles pudessem ter esta* ***memorização****. E a observação mesmo, eu peço para trazer reportagens que eles possam ler e discutir.* ***A escola recebe muito aluno que é evangélico e, o evangélico tem uma visão diferenciada. Ele não aceita muita coisa****. Então, tinha aluno que se recusava a fazer o trabalho, teve muito aluno que se recusou a fazer este tipo de trabalho, até de ir ver uma exposição dessa. Eles não gostam muito.* – Maria (Grifos nossos)

> *É complicado, depende da turma, mas aqueles...* ***Aquelas aulas clássicas de Lamarck, Darwin****… Aí depois tem aquelas… Aqueles estudos bem legais, mais de…* ***De resistência****, quando você começa a dar, de resistência biológica… Quando você começa a falar algumas mutações... Esses exemplos clássicos dos livros são interessantes… Primeiro que a gente começou vendo lá que foram descobertas fósseis, dinossauros... "Nossa então ninguém nunca viu um dinossauro. Então, como é que você tá me falando que existe?"* ***Aí a pessoa que é criacionista…*** *"Você então viu dinossauro? Existe ainda dinossauro?Você viu dinossauro? Alguém viu? Se agora alguém tá dizendo agora que tem por quê?" "Ah, professora porque acharam..." "Ah então acharam o fóssil. Então você concorda que existiram os dinossauros?" "Concordo".* ***Se ele acreditava que tudo que foi formado existe até hoje… Então eu só jogo uma sementinha…*** *Existiram girafas de pescoço curto, existiram os registros fósseis.* [...] *Então, várias maneiras de abordar. São várias.* – Raquel (Grifos nossos)

> *Nem quando eu trabalhava no colégio "X", que é um colégio da própria doutrina que eu sigo, eu não trabalhava sozinha nisso. Em sala de aula* ***entrava o capelão do colégio "X", acompanhado da minha colega...*** [...] *A gente fazia uma roda. Então, tirava todas as carteiras, nós sentávamos em roda, o capelão, eu, a menina que trabalhava no laboratório que fazia doutorado também, que era* [denominação religiosa] *e nós trazíamos todas as pessoas que podiam acompanhar aquilo ali praquilo ali não ser traduzido em situações de constrangimento para nós profissionais e para o colégio.* ***Porque a gente tinha que ter todo o cuidado com as pessoas que estavam ali que não eram*** **[denominação religiosa]**. *Então, você vê o cuidado que se tem que ter para trabalhar esse assunto. Entendeu? O capelão tava ali pra falar sobre a Bíblia. Eu e a menina távamos ali pra falar sobre a ciência em si. E a gente fazia um*

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

> *debate e eles perguntavam, perguntavam e a gente tinha coisa que não sabia responder*. ***Mas esse assunto nunca foi tratado assim de uma forma muito incisiva. Não pode. Não pode. Em lugar algum***. – Marta (Grifos nossos)

Essas três professoras relatam dificuldades de trabalhar este conteúdo em sala por conta, principalmente, das crenças de seus alunos e da profissão religiosa oficial da escola. Como exploraremos mais a fundo no quarto capítulo, reconhecemos que essas podem ser um obstáculo para o ensino de evolução.

Encontramos, também, outros tipos de respostas:

> *Então, eu tento ir um pouquinho por aí, começando a falar das características do planeta que permitiram a* ***origem da vida, como eram os primeiros seres vivos e depois as modificações que eles sofreram, até mesmo pelas modificações ambientais, os processos de mutação, as teorias que tentavam explicar e a que hoje em dia é mais aceita***. – Nazaré (Grifos nossos)

> *Então, partindo de origem da vida, aí eu começo a falar de evolução, falar a princípio das idéias do Darwin. Eu tento muito desmistificar eu acho que esse reforço que o ensino médio tem de que o Darwin e o Lamarck falavam coisas opostas, porque isso é uma coisa errada.* ***Então tento contextualizar historicamente, como que surgiu essas idéias sobre evolução e falar algumas coisas mais atuais, sobre evolução*** [...] *Relacionar um pouco já com biologia molecular, pra eles entenderem, não ficar uma coisa muito vaga, como que as coisas são selecionadas, contextualizar bem que o Darwin ele não tinha esse conhecimento.* – Sarah (Grifos nossos)

> *Então, quando eu falo, por exemplo, de* ***Darwin, de Lamarck e Darwin, eu tento ensinar evolução comparativamente, mostrando exemplos, indícios de que ela realmente existiu. Novamente, quando eu ensino a evolução, eu não tomo como princípio a existência de Deus****. Então eu tomo a evolução como a biologia quer que ensine,* ***sem essa opinião religiosa, justamente porque seria uma pseudociência****. Então, é à luz da evolução mesmo, simples e puro. Então eu... nessa evolução que você está falando de Lamarck e Darwin, eu tento ensinar comparativamente o que cada uma achava, os indícios de porque que eles pensavam aquilo, eu tento fazer os alunos entenderem isso.* – Moisés (Grifos nossos)

> ***Mas origem da vida eu trato no primeiro dia de aula, nas primeiras semanas de aula. Sempre falo com todas as turmas, aí eu falo das teorias evolucionistas****. O conceito de evolução, aquelas coisas técnicas: analogia, homologia, freqüência populacional, essas coisas técnicas mesmo do conteúdo evolução é no terceiro ano, mas a parte de teorias evolucionistas eu já dou no primeiro ano.* ***Eu acho que tem que ter uma seqüência, falar do começo antes de falar do resto***. – Eva (Grifos nossos)

Esses quatro professores estruturam suas aulas em um eixo semelhante: origem da vida, teorias evolucionistas de Lamarck e Darwin, evidências evolutivas e neodarwinismo. Podemos encontrar estrutura semelhante nos livros didáticos (ALMEIDA, FALCÃO, 2010) e nas obras sobre essa temática, algumas

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

delas citadas nesse trabalho (MAYR, 2001; RIDLEY, 2006). É interessante notar ainda que há uma preocupação em mostrar que o conhecimento científico é transitório e não está isolado da cultura de sua época. Além disso, Moisés também afirma que procura separar essas discussões da fé religiosa, pois isso não corresponderia ao pensamento científico. Essas visões mostram-se semelhantes ao que discutimos aqui no que diz respeito à própria construção desse conceito: a saída da explicação religiosa em função do avanço das explicações científicas, as quais se mostraram diversas e em constante disputa ao longo da história.

2.7
Próximos passos

Nesse capítulo a proposta foi fazer uma breve introdução à biologia evolutiva mostrando como seus fundamentos foram sendo construídos ao longo dos séculos e através de diferentes pensadores bem como a sua pertinência para a biologia enquanto disciplina acadêmica. Além disso, buscamos identificar como estas idéias são percebidas pelos entrevistados, dando destaque para as concepções dos professores/as sobre a evolução e seus mecanismos.

Em síntese, buscamos mostrar que a influência do pensamento essencialista grego, posteriormente adotado pelo cristianismo, foi um dos grandes obstáculos para o desenvolvimento do pensamento evolutivo. Durante mais de dois mil anos, acreditou-se que o mundo em que vivemos é estático e idêntico ao momento de sua criação por Deus. Com a revolução científica e o Iluminismo, a visão religiosa foi perdendo força no que se refere aos estudos sobre a natureza. No entanto, apenas no século XIX com Lamarck surge uma teoria propriamente evolutiva. Cinqüenta anos depois, Darwin defende que a evolução ocorre por meio da seleção natural. Tal proposta recebe críticas e só é amplamente aceita no início do século XX com o desenvolvimento dos estudos sobre genética e a hereditariedade. A teoria sintética é, atualmente, o paradigma da biologia, seu eixo estruturador e a evolução é considerada um fato.

Os sujeitos de nossa pesquisa, de uma maneira geral, aceitam a evolução e reconhecem sua importância para a biologia enquanto disciplina acadêmica e escolar. No entanto, chamam atenção as diferentes concepções do que é a evolução e seu possível impacto no ensino. Como vimos, a evolução não é

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA

teleológica, nem progressiva e continua até hoje, o que nem sempre esteve condizente com as afirmações dos/as professores/as ainda que formados em biologia.

Além disso, algumas de suas falas demonstram que a visão científica nem sempre fornece todas as respostas para suas perguntas. Nesse sentido, introduzem uma dimensão transcendental às suas explicações. Entretanto, embora todos professem uma fé cristã, apresentam certas diferenças que nos fazem questionar o caráter monolítico dado ao criacionismo que vemos em muitos estudos. Essa questão, assim como a relação desses professores com sua fé religiosa e seus conflitos em sala de aula serão abordados nos próximos capítulo.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1011725/CA