

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES REFERENTES A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E
HUMANA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DA REGIÃO METROPOLITANA DO
RECIFE, E O USO DE MATERIAIS DIDÁTICOS PARA FACILITAR O
APRENDIZADO**

FELIPE HENRIQUE DO NASCIMENTO SILVA

RECIFE
2019

FELIPE HENRIQUE DO NASCIMENTO SILVA

**ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES REFERENTES A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E
HUMANA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DA REGIÃO METROPOLITANA DO
RECIFE, E O USO DE MATERIAIS DIDÁTICOS PARA FACILITAR O
APRENDIZADO**

Monografia apresentada ao Curso de
Licenciatura Plena em Ciências
Biológicas/UFRPE como requisito
parcial para obtenção do grau de
Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof.^o Dr.^o Martin
Alejandro Montes.

Coorientadora: Profa.^o Dra. ^o Ana
Cristina Lauer Garcia

RECIFE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586a Silva, Felipe Henrique do Nascimento
Análise das concepções referentes a evolução biológica e humana de alunos do ensino médio da região metropolitana do Recife, e o uso de materiais didáticos para facilitar o aprendizado / Felipe Henrique do Nascimento Silva. - 2019.
63 f. : il.
- Orientador: Martin Alejandro Montes.
Coorientador: Ana Cristina Lauer Garcia.
Inclui referências e apêndice(s).
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Licenciatura em Ciências Biológicas, Recife, 2019.
1. Biologia Evolutiva. 2. Extensão Universitária. 3. Homo sapiens. 4. Recursos Didáticos . 5. Seleção Natural. I. Montes, Martin Alejandro, orient. II. Garcia, Ana Cristina Lauer, coorient. III. Título

FELIPE HENRIQUE DO NASCIMENTO SILVA

**ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES REFERENTES A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E
HUMANA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DA REGIÃO METROPOLITANA DO
RECIFE, E O USO DE MATERIAIS DIDÁTICOS PARA FACILITAR O
APRENDIZADO**

Comissão Avaliadora:

Prof.º Dr.º Martin Alejandro Montes – UFRPE
Orientador

Prof.º Dr.º Flávia Conceição Ferreira da Silva – UFRPE
Titular

Prof.º Dr.º Gustavo Ribeiro de Oliveira - UFRPE
Titular

Bel. Alan Felipe Ferreira - UFRPE
Suplente

RECIFE
2019

Dedico este trabalho em especial ao meu pai, que sempre foi um modelo a ser seguido por mim; a minha mãe que, sempre foi o meu alicerce na vida e ao meu irmão de que tanto me orgulho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus. Também agradeço aos meus pais, que são os pilares no qual em minha vida sempre me apoiei, além de serem os modelos que sempre busco me inspirar. Obrigado por serem esses maravilhosos pais que sempre estiveram comigo, vocês não sabem o orgulho que tenho em ser filho de vocês. Também gostaria de agradecer ao meu querido irmão Lucas, que muito admiro, e que de alguma forma me inspira a sempre melhorar. Agradeço a toda a minha família que mesmo de longe sempre me ajudou das formas que podiam; em especial a minha querida avó Maria, a minha tia Beth e a meu tio Gilvan. A Renata agradeço por toda a paciência, amor, atenção e apoio que você demonstrou para comigo, que só me deixa ter mais certeza que és a mulher de minha vida. Gostaria de desejar um agradecimento especial ao meu orientador, o Prof. Martín, que me ajudou imensamente e que sempre foi um orientador solícito, profissional, franco e muito competente, e que posso afirmar que este trabalho não estaria pronto sem seu grande apoio, *gracias profesor*. Agradeço também aos meus mais próximos amigos que de alguma forma sempre estiveram comigo, entre eles eu gostaria de agradecer especialmente a um grupo de amigos que sempre posso continuar desde o ensino fundamental no saudoso Negromonte, e que até hoje posso chamar de irmãos; também agradeço a todos meus amigos que fiz no ensino médio até hoje, em especial a Villar e Victor, no qual sempre estiveram próximos a mim nessa jornada. Agradeço também a Isabella e Larinha no qual guardo essa amizade no coração. E claro não podia deixar de agradecer a um certo (não) grupinho, que me ajudaram num dos momentos mais difíceis de minha graduação, mostrando que quando você menos espera, pessoas incríveis aparecem e marcam a sua vida de forma maravilhosa. Agradeço também a UFRPE e a todos os docentes, técnicos, coordenadores que me ajudaram nessa caminhada; agradeço a Pró-reitoria de extensão e cultura, que permitiu que o projeto de extensão fosse realizado, assim também agradeço a todos que nele trabalharam; agradeço a minha sala LB3 2015.1 que será inesquecível em minha vida; agradeço a Fabiana e ao Espaço Ciência, que foi o primeiro lugar que acreditou no trabalho do projeto de extensão; e por fim agradeço também aos colégios e aos alunos que aceitaram participar desse trabalho, e assim o tornou possível.

“Nada na Biologia faz sentido exceto à luz da evolução”.
(Theodosius Dobzhansky)

SUMÁRIO

1. RESUMO.....	9
2.ABSTRACT.....	10
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
3.1 Teorias Evolucionistas.....	11
3.2 Teorias Paleoantropológicas.....	18
3.3 A Evolução Biológica e Evolução Humana no Ensino da Biologia.....	23
3.4 O Uso da Extensão Universitária e de Materiais Didáticos no Ensino da Evolução.....	26
4.INTRODUÇÃO.....	29
5.MATERIAL E MÉTODOS.....	30
6.RESULTADOS.....	33
6.1 Perfil dos Alunos.....	33
6.2 Conhecimentos Gerais Acerca do Tema Pesquisado.....	35
6.3 Recursos e Materiais Didáticos.....	39
7.DISSCUSSÃO.....	41
8.CONCLUSÃO.....	44
9.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
10.APÊNDICE.....	55
10.1 APÊNDICE A – Termo de consentimento ao colégio e curso LUPAT.....	55
10.2 APÊNDICE B – Termo de consentimento ao E. R. E. M. Nóbrega.....	56
10.3 APÊNDICE C – Questionário aos discentes.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Número de alunos de acordo com o ano escolar.....	34
Tabela 2 – Porcentagem alunos acerca da teoria sintética da evolução.....	35
Tabela 3 – Porcentagem de alunos sobre o direcionamento da evolução.....	36
Tabela 4 – Porcentagem de alunos sobre a origem do ser humano.....	37
Tabela 5 – Porcentagem de alunos que acreditam numa superioridade humana.....	38
Tabela 6 – Porcentagem de alunos que acreditam na divisão racial do ser Humano.....	39

1- RESUMO

A Evolução é uma das mais polêmicas áreas da biologia, especialmente a Evolução Humana, na qual, fora do ambiente acadêmico, o tema ainda enfrenta muita relutância, principalmente por fatores sociais e religiosos. Somada a esse aspecto, a literatura aponta que a falta de informação entre a população geral sobre o referido tema é bem notável. A fim de desconstruir os mitos que cercam a evolução, o objetivo deste trabalho foi verificar o conhecimento prévio de alunos do ensino médio sobre a Evolução Biológica bem como difundir os atuais conceitos sobre o referido tema, sobretudo da Evolução Humana. Para avaliar o conhecimento prévio dos discentes foi utilizado um questionário contendo questões fechadas aos alunos de ensino médio. Posteriormente por meio de exposições, são apresentados os atuais conceitos da evolução biológica, fazendo-se uso de cartazes; slides; crânio humano e recursos didáticos lúdicos. Tal ato se faz muito pertinente, pois a avaliação dos questionários mostrou que uma grande porcentagem de alunos ainda apresenta ideias equivocadas sobre a evolução. Colocando o ser humano como a espécie mais “evoluída”, e consequentemente imaginando que a evolução é direcionada, buscando uma espécie perfeita. Neste ponto a utilização dos recursos didáticos ajudou a melhorar a compreensão acerca da evolução biológica.

Palavras Chave: Biologia Evolutiva, Extensão Universitária, *Homo sapiens*, Recursos Didáticos e Seleção Natural

2- ABSTRACT

Evolution is one of the most controversial areas of biology, especially Human Evolution, where outside the academic environment the subject is still very reluctant, mainly due to social and religious factors. Added to this aspect, the literature points out that the lack of information among the general population on this subject is quite remarkable. In order to deconstruct the myths surrounding evolution, the aim of this paper was to verify the prior knowledge of high school students about Biological Evolution as well as to spread the current concepts on this subject, especially Human Evolution. To assess the prior knowledge of students, a questionnaire containing closed-ended questions to high school students was used. Subsequently, through exhibitions, the real concepts of biological evolution are presented, using posters; slides; human skull and playful learning resources. This act is very pertinent, because the evaluation of the questionnaires showed that a large percentage of students still have misconceptions about the evolution. Putting the human being as the most evolved species, and consequently imagining that evolution is directed, seeking a perfect species. At this point the use of teaching resources helped to improve understanding of biological evolution.

Keywords: Evolutionary Biology, University Extension, Homo Sapiens, Teaching Resources and Natural Selection

3- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1- TEORIAS EVOLUCIONISTAS

Em 1859, Charles Darwin publicou uma das mais importantes obras da biologia, “a origem das espécies”, que serve até hoje como uma base do estudo da evolução. A partir desta publicação foi lançada a ideia de que todos os seres vivos têm ancestrais em comum. Desde então a evolução tornou-se a área mais abrangente e mais estudada da Biologia (Mayr, 2001). A área da evolução é ampla, onde seus conceitos estão interligados a diversas outras áreas das ciências biológicas, como a ecologia, genética, paleontologia, zoologia, botânica, microbiologia entre outras (Meyer & El-Hani, 2005). Sobre isso Dobzhansky (1973) cita que “nada na biologia faz sentido exceto à luz da evolução”

A evolução já teve seu significado inúmeras vezes descrito na literatura, Futuyma (1992) apresentou a evolução como uma mudança nas propriedades das populações dos organismos, herdáveis pelo seu material genético, passando de uma geração para outra. Já Harrison (2001) caracterizou a evolução como, mudanças ao longo do tempo por meio de descendência com modificação. Mayr (2001) descreve como a evolução acontece sendo modificações de populações que caracteriza a evolução dos organismos vivos. Complementando esse pensamento Ridley (2006) diz que modificação evolutiva tem lugar na série de populações que são descendentes uma da outra.

As concepções sobre evolução e transmutação das espécies, assim como ancestralidade em comum não surgiram com Darwin, na verdade, desde o século VI A.C., já existiam filósofos gregos que possuíam ideias semelhantes como Anaximandro de Mileto (610-545 A.C.) e Empédocles (490-430 A.C.) (Lima, 1988; Futuyma, 1992; Licatti, 2005). Tais pensadores acreditavam que os seres vivos surgiram de uma “massa geradora de seres” e de uma mistura de órgãos que produziam combinações boas ou não para um determinado ambiente (Licatti, 2005). Um dos pensadores mais importantes é zoólogo árabe Al-Jahiz (781-868), que publicou “o livro dos animais”, que já continha inúmeros conceitos atuais sobre a biologia moderna, entre esses conceitos já estavam a ideia de classificar os animais de acordo com suas similaridades morfológicas, e até mesmo reconheceu o efeito do

ambiente sobre a vida dos animais, e descreveu as transformações das espécies sobre diferentes fatores (Bayrakdar, 1983).

Entretanto, foram ideias de outros pensadores que se tornaram mais aceitas, como Platão (427-345 A.C.) e Aristóteles (384-322 A.C.). O primeiro, acreditava que as espécies adquiriam uma essência imutável. O segundo, por sua vez, defendia que os organismos seguiam um espectro de gradualidade, segundo dos mais simples aos mais complexos (Amorim, 2002). Aristóteles inclusive, teria um pensamento guiado pela religião, ao entender que tudo que existe é determinado por desejo divino (Lima, 1998). Ambos os pensamentos foram a base dos pensamentos fixistas e criacionistas que permaneceram até o século XIX. Nesta época o pensamento comum era que como Deus é perfeito tudo que existia foi materializado por ele, e que tudo foi criado no começo, e se Deus achou apropriado ser criado, então nunca será extinto, e afirmar que algo não viveu desde o começo seria negar a perfeição divina, já que a criação foi tão sabiamente planejado, que Deus criou todos os seres perfeitamente adaptados ao ambiente. (Futuyma, 1992; Mayr, 2001).

No século XVIII, as regras de classificação dos seres vivos sofrem uma grande reviravolta, quando o naturalista sueco Carl Von Linnée (1707-1778) formulou novas regras de classificação e nomenclatura, onde foram reformuladas, ainda são usadas até hoje. Linnée classificava os seres-vivos de acordo com as semelhanças anatômicas e morfológicas, onde quanto mais semelhante, mais próximo esses seres seriam um do outro (Ridley, 2006).

Linnée todavia, assim como inúmeros outros cientistas da época, era cristão e acreditava que todas as espécies seriam criadas por Deus, logo não sofriam transformações, sendo então adepto do fixismo (Amorim, 2002). Na verdade, até aquela época os zoólogos e naturalistas não sabiam o motivo de haver toda uma complexa hierarquia entre as espécies, a não ser pelo motivo divino (Mayr, 2001). Porém, a ideia de que os seres vivos poderiam ter ancestrais em comum, já era debatida nessa época e alguns naturalistas como Georges de Buffon (1707-1788) e Erasmus Darwin ((1731-1802) o avô de Darwin)) já tinham proposto algumas ideias sobre o assunto, porém nenhuma teoria sobre como a evolução poderia acontecer foi publicada (Liporini, 2014).

Apenas no século XIX que as primeiras ideias acerca de como as transformações evolutivas de fato aconteciam foram publicadas. Jean-Baptiste

Lamarck (1744-1829), um naturalista francês, publicou o seu trabalho, intitulado “*Philosophie Zoologique*” (Futuyma, 1992). Segundo Mayr (2001) Lamarck acreditava que a evolução é causada pela mudança gradual dos organismos devido ao “uso ou desuso” de um órgão ou à influência direta do ambiente sobre o ser. Lamarck dessa forma foi o primeiro cientista que realmente argumentou a favor da evolução e da influência do ambiente sobre a evolução (Futuyma, 1992). O lamarckismo foi muito bem aceito *a priori*, e parecia explicar bem o gradualismo das espécies, porém todos os experimentos feitos com o intuito de comprovar a validade da teoria, acabaram por mostrar de que tal teoria não era válida (Mayr, 2001).

A teoria, ou pelo menos a base da teoria da evolução que é aceita até hoje, surgiu ao ser publicada pelo naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882). Durante cinco anos de sua vida (1832-1837), Darwin viajou numa embarcação conhecida como HMS Beagle, e nessa viagem tinha a intenção de fazer o mapeamento da costa da América do Sul. Entretanto, a viagem acabou resultando em um dos mais importantes trabalhos científicos da história. A partir das observações realizadas, além de amostras de alguns animais, principalmente tentilhões (*Geospiza sp.*), ele formulou o conceito da seleção natural, principal base para a teoria da evolução, publicada por ele (Browne, 2002). Durante a formulação de sua teoria, Darwin usou como base, inúmeros estudos e amostras, entre eles a obra “ensaio sobre as populações” (Essay on Population) de Thomas Malthus. Darwin após essa leitura percebeu que a luta pela vida acontece em todo lugar, e que para os animais e plantas continuarem nessa disputa, variações favoráveis tenderiam a ser preservadas e as desfavoráveis seriam perdidas. E que o resultado disso, seria a formação de uma nova espécie (Ridley, 2006).

Darwin em sua viagem também teve acesso a inúmeros dados para então produzir sua teoria, evidências como a distribuição geográfica das espécies, anatomia e embriologia comparada dos organismos e também os registros fósseis e geológicos. Darwin buscava explicar não só porque das espécies se transformarem, mas como elas se tornam tão bem adaptadas a vida (Ridley, 2006). Para Darwin era claro que a evolução não se devia a ação das condições ambientais nem a vontade dos organismos (alusão a Lamarck), poderiam explicar os vários casos de espécies adaptados tão bem a seu modo de vida. Para Darwin antes de provar, por evidências

indiretas se tais espécies se modificam, se deveria explicar primeiro como as modificações poderiam acontecer (Browne, 2002).

Darwin introduziu a ideia de que as espécies são heterogêneas, ou seja, apresentam variações de um exemplar para o outro, e de uma população para outra. Assim ele chegou à ideia de que tais variações dentro de uma população que permitem a evolução de uma espécie a partir de um conceito conhecido por seleção natural (Mayr, 2001). Tal pensamento de Darwin, pode ser sintetizado por meio de entender que os organismos vivos têm grande capacidade de reprodução. Poucos indivíduos, no entanto, chegam à idade de procriação, já que a quantidade de recursos que existem no ambiente é limitada. E isso ocorre porque organismos que têm as mesmas necessidades alimentares competem entre si, “lutando” constantemente pela sobrevivência. Outro fato é a existência de variações hereditárias (transmitidas aos descendentes) dentro de um mesmo grupo. Em certo ambiente, algumas são mais favoráveis do que outras. Assim, organismos que apresentaram variações mais favoráveis em determinado ambiente terão maiores possibilidades de sobrevivência e reprodução do que os demais. Além disso, transmitirão essas características a seus descendentes. Dessa forma, cada geração ficará mais adaptada às condições ambientais. (Caldini, 2011)

Tais teorias foram então publicadas em 1858, quando Darwin apresentou seus trabalhos na Linnean Society of London, junto com o também naturalista Alfred Russell Wallace (1823-1913). Wallace chegou a resultados muito similares aos de Darwin, porém nas Molucas, Indonésia. Um ano após a publicação de seu trabalho, Darwin então publicou o seu livro, *On the evolution the Species* (Sobre a Origem das Espécies), onde foram melhor apresentadas as principais teses de sua teoria. No caso de que as espécies descendem de modificações a partir de ancestrais em comum e de que o principal mecanismo da evolução é a seleção natural (Futuyma, 1992).

Mesmo com diversos pontos corretos, onde alguns são aceitos até hoje, Darwin não conseguia explicar de forma satisfatória como ocorria a herança das variações hereditárias (Mayr, 2001). Para tal ele formou uma explicação conhecida como Teoria da Pangênese, onde ele dizia que cada parte do seu corpo produzia pequenas partículas conhecidas por gêmulas, tais gêmulas iriam para as gônadas. Assim cada organismo seria o resultado da mistura das gêmulas de seus progenitores (Licattti, 2005). Segundo o próprio Mayr (2001) e corroborado por Licatti (2005) tal ideia deriva

do pensamento Lamarckista, da herança de caracteres adquiridos, tal teoria foi um dos responsáveis, para a teoria de Darwin ainda não ser aceita em sua totalidade (Ridley, 2005).

Porém, no início do século XX, a teoria da hereditariedade de Gregor Mendel (1822-1884), um botânico austríaco (nascido na atual Tchêquia), foi redescoberta por dois cientistas, Hugo de Vries e William Bateson: Ambos tinham ideias contrárias a evolução Darwiniana e em 1901, é publicada a teoria mutacionista da evolução (Ridley, 2006; Futuyma, 1992). Onde segundo tais pensadores, a evolução surgia puramente de macromutações, sem ocorrer seleção natural, a partir de rápidos e grandes saltos (Ridley, 2006; Futuyma, 1992). Essa teoria era baseada em experimento de De Vries (1848-1935), com plantas da espécie *Oenothera lamarckiana*, onde os seus descendentes de uma única planta, eram de diferentes variações, e segundo o autor do trabalho cada variação seria uma nova espécie, causada apenas por tais mutações. Porém, posteriormente foi comprovado que tais variações não seriam novas espécies e apenas variações de organismos de uma mesma espécie (Freire-Maia, 1988).

Na década de 30, entretanto surge o Neodarwinismo (também conhecido por Teoria Sintética da Evolução ou Síntese Moderna da Evolução), tal teoria tem como autores os cientistas, R.A. Fisher, J.B.S. Haldane e Sewall Wright. O Neodarwinismo foi fundamentado na ideia de que as teorias Darwinianas poderiam se mesclar com as teorias mendelianas. As ideias foram publicadas em diversas obras de seus respectivos autores como *The Genetical Theory of Natural Selection* (A Teoria Genética da Seleção Natural), de 1930; *The Causes of Evolution* (As Causas da Evolução), de 1932 e o artigo *Evolution in Mendelian populations* (Evolução em populações Mendelianas), de 1931 (Mayr, 1978).

Em 1947, o Neodarwinismo foi mostrado para a sociedade científica a partir do simpósio de genética, paleontologia e evolução. Onde os seus autores demonstraram que a referida teoria era baseada nos conceitos de Darwin como as definições de espécie biológica, nos pressupostos de Mendel, na genética de populações e nos conceitos de paleontologia (Liporini, 2014).

Em 1972, os paleontólogos Eldredge e Gould, anunciam a Teoria do Equilíbrio Pontuado, tal teoria contesta em partes, a ideia da evolução gradual de Darwin, baseada no fato de que se a evolução ocorresse de maneira lenta e gradual, tal resultado seria visto no registro fóssil, e que o surgimento de uma nova espécie estaria

representado por inúmeros fósseis de formas contínuas representando as várias fases de tal gradualismo. Eldredge e Gould dizem que a evolução também pode ocorrer por meio de um equilíbrio homeostático, e não apenas de forma gradual, sendo então pontuado apenas por episódicos eventos de especiação. Importante destacar que os autores afirmam que durante os períodos de equilíbrio os processos evolutivos não param totalmente, apenas se restringem a pequenas variações dentro das características das populações (Licatti, 2005; Ianuzzi & Sores, 2000).

Inúmeros outros pesquisadores atestaram para ideias semelhantes a Teoria do equilíbrio pontuado. Atestando que a evolução acontecia de forma rápida. Um grande exemplo foi o Alemão Richard Goldschmidt (1878-1958), que publicou a ideia do “Monstro Esperançoso”, onde a especiação só poderia acontecer por meio de macromutações em alguns genes específicos, e não pequenas mutações em todo o genoma, acontecendo de forma rápida (Prothero, 2007). Porém, suas ideias foram rapidamente rejeitadas na comunidade científica (Gould, 1982). Com a publicação da Teoria do Equilíbrio Pontuado de Eldredge & Gould, as ideias de evolução rápida começaram a ser mais aceitas. Hoje inclusive inúmeras espécies são comprovadamente efeitos da evolução rápida, como o axolote mexicano (*Ambystoma mexicanum*) (Robert et al, 2010). As informações atuais mostram que a evolução rápida é extremamente importante para a especiação, porém é importante citar que o gradualismo e o efeito de micromutações também tem grande importância para a formação de novas espécies, atestando a complexidade da evolução (Judson, 2008).

A tese atual demonstra como a evolução rápida pode acontecer de diversas maneiras além das já citadas macromutações, exemplos como a poliploidia, a simbiogênese (teoria endosimbiótica), a transferência lateral de genes (como a conjugação bacteriana), a duplicação de genes e o cruzamento entre híbridos são meios de se acelerar a especiação (Dufresne & Herbert, 1994; Ogunseitan, 2004).

Uma maneira recentemente estudada para a evolução rápida é a epigenética. Que seria a área da biologia que estuda as mudanças no funcionamento do gene que não são causados por mudanças no DNA, e que se perpetuam nas divisões celulares mitóticas e meióticas (no caso da evolução, interessa as divisões meióticas) (Morris & Wu, 2001). Segundo novas descobertas, o ambiente dessa forma pode gerar marcas epigenéticas que influenciam o genoma e que poderiam ser herdáveis (Jablonka, 2012). Tais descobertas levaram alguns pesquisadores a acreditarem que as ideias

de Lamarck não estavam tão erradas quanto se achavam (Heard & Martienssen, 2014). A epigenética já foi vista em plantas, como o *Zea mays* (milho) e animais, como o *Danio rerio* (peixe paulistinha) (Haring et al, 2010; Rai et al, 2006). Inclusive exemplos nos seres humanos já são conhecidos, como caso de que os bebês nascidos durante a grande fome holandesa de 1944 a 1945 eram menores que os bebês nascidos antes da fome, tal efeito permaneceu por até duas gerações (Wey, Schaten & Sun, 2014).

Ainda na década de 70, é publicada a Teoria Neutralista da Evolução, publicada pelo geneticista japonês Motoo Kimura (1924-1994), nesta teoria Kimura estabeleceu alguns conceitos de acordo com a evolução molecular, tais conceitos foram baseados a partir de descobertas a respeito da taxa de substituição dos aminoácidos em uma proteína. Em sua teoria Kimura afirmava que a maioria das mutações são quase neutras, ou seja, costumam ser silenciosas ou a mudança AA, causa pouco efeito no fenótipo (Licatti, 2005).

Ou seja, segundo Kimura grande parte das mudanças evolutivas a nível molecular são derivadas do acaso, ou seja, pela deriva genética (Licatti, 2005). Porém, é importante citar de que a Teoria Neutralista da Evolução não tenta desmerecer a seleção natural, apenas afirma que nem todo processo de especiação depende da seleção natural (Lima, 1988). Sobre isso o mais aceito seria que em grandes populações a seleção natural tem maior relevância, porém em populações diminutas a deriva genética tem uma maior importância (Licatti, 2005).

Sobre este fato, a especiação ocorre sob a ótica da seleção natural, quando ocorre o efeito vicariante (variância), que pode ser explicado como um mecanismo evolutivo no qual populações se separam pelo surgimento de alguma barreira física (Ridey, 2006). A restrição ao fluxo gênico entre as duas subpopulações irá permitir um acúmulo de mutações diferentes entre cada grupo, o que poderia resultar em especiação alopátrica ao longo do tempo (Ridley, 2006). Já deriva genética influencia a especiação pela dispersão biológica, quando uma espécie se dispersa a partir de sua origem, transpondo barreiras geográficas. Para tal dispersão ocorrer com sucesso, a espécie em questão deve ser capaz de resistir as condições ambientais dessa nova área, e conseguir estabelecer populações estáveis em seu novo ambiente, adquirindo assim adaptações comportamentais e fisiológicas (Begon, Thowsand & Harper, 2006).

Dessa forma após ter feito uma breve análise sobre as teorias evolutivas, é importante relaciona-las as teorias sobre evolução humana (Paleoantropologia).

3.2- TEORIAS PALEOANTROPOLÓGICAS

A história do estudo da evolução humana se confunde com o próprio estudo da evolução. Porém, se as ideias de que os seres vivos se transformavam enfrentavam oposição da população, a ideia de que o ser humano também sofria tais transformações enfrentavam ainda mais resistência. Sobre isso Mayr (2001), descreve, que o homem sempre foi considerado um ser inteiramente diferente do resto da criação. Tal afirmação não vem só da bíblia, mas também foi repetida por Platão, Kant e Descartes. Mesmo que alguns filósofos e naturalistas do século XVIII inseriram o homem na *scala naturae*, isso não foi o suficiente para mudar a opinião da população em geral. Para a maioria das pessoas o ser humano sempre foi o ápice da criação, e se diferenciava dos animais por possuir uma alma racional (Mayr, 2001).

Porém, mesmo antes das ideias evolucionistas serem publicadas. Alguns naturalistas fixistas já viam o ser humano como mais um animal. Quando Carl Von Linnée publicou seu sistema de classificação, já colocava os seres-humanos na ordem dos primatas o mesmo dos grandes símios, tal classificação era baseado em suas semelhanças físicas e morfológicas. Tal classificação é aceita até hoje (Stearn, 1959; Mayr, 2001).

Entretanto, a ideia de poder ligar ancestrais em comum entre os humanos e os símios só começou a ser feito a partir da publicação do livro “*A Origem das Espécies*” (1859) de Charles Darwin, porém em sua obra, tal conceito não é trabalhado de forma direta, sendo citado de forma subjetiva, demonstrando certa cautela ao abordar tal tema (Bonner & May, 1981). Porém, após sua publicação, inúmeros debates acerca da possibilidade da evolução humana foram travados. Alguns dos maiores defensores da seleção natural nos seres humanos foram Thomas H. Huxley (1825-1895) e Ernst Haeckel (1834-1919) (Mayr, 2001). Se faz necessário citar que Huxley foi um dos primeiros a defender publicamente a ligação entre humanos e símios, tais pensamentos foram particularmente apresentados em sua obra, “*Evidence as to Man’s Place in Nature*” (Evidências sobre o lugar do Homem na Natureza) em 1863

(Bonner & May, 1981) apresentando inúmeras evidências baseadas nas semelhanças e diferenças entre o homem e os outros macacos.

No entanto, inicialmente alguns apoiadores de Darwin não concordaram com tal fato. Alfred Russel Wallace e Charles Lyell, por exemplo, acreditavam que as capacidades mentais e as sensibilidade morais dos seres humanos não poderiam ser explicadas por meio da seleção natural (Bonner & May, 1981). Darwin, entretanto, vai posteriormente publicar a obra “*The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*” (A Descendência do homem, e a Seleção em Relação ao Sexo), em 1871. Neste livro, Darwin aplica as ideias de seleção natural e seleção sexual ao ser humano, demonstrando de uma vez a relação evolutiva entre os humanos e o grupo primata.

A ideia da correlação evolutiva entre os seres humanos e demais símios apresentavam um problema, durante todo o século XIX apenas poucos fósseis de homínídeos tinham sido encontrados. Além desse fato, todos eram de neandertais (*Homo neanderthalensis*), ou seja, estágios mais recentes da evolução, que pouco contribuíam para comprovar a origem em comum com os outros símios. Em 1891, Eugène Dubois (1858-1940), descobre na ilha de Java, Indonésia (então Índias Orientais Neerlandesas), o primeiro fóssil de *Homo erectus* (Montgomery, 1988). Essa descoberta somada a achados de neandertais na China e Europa Oriental fez os cientistas acreditarem que a origem dos seres humanos seria na Ásia, onde inúmeras expedições foram feitas na Ásia Central, todas sem sucesso (Mayr, 2001).

Apenas em 1924, quando Raymond Dart (1893-1988), descobriu o primeiro fóssil homínídeo na África, sendo descrito como *Australopithecus africanus*, que foi então demonstrado que o continente africano poderia ser a origem da humanidade (Mayr, 2001). Essa ideia vai ser posteriormente comprovada com o achado de inúmeros outros fósseis no continente africano e na análise comparativa de DNA entre os humanos modernos e as populações de *Homo sapiens* fósseis na África (Mayr, 2001; Futuyma, 1998). A descoberta de Dart, é de suma importância para a evolução humana, pois a descoberta do *Australopithecus*, um gênero mais antiga do registro fóssil, que reunia características mistas entre o ser humano e outros símios, como um crânio pequeno (450 cm³) semelhante a chimpanzés, porém com uma forma arredondada e com a posição do forame magno atestando locomoção bípede, ambas características humanas. Tornou-se uma comprovação de que a linhagem humana tinha origem em comum com os outros macacos (Neves, 2006; Neves et al, 2015).

A Paleoantropologia pode ser descrita, como a ciência que estuda a evolução humana, analisando os fósseis deixados pelos hominídeos extintos e as evidências deixadas por eles (Begun, 2013). Tal área de pesquisa acabou após as descobertas de Dart, sofrendo um aumento exponencial de descobertas de informações. Muitas das informações da década de 60 e 70 foram realizadas pela família Leakey, juntos descobriram inúmeros fósseis de hominídeos, entre eles podemos citar o *Paranthropus bosei*, *Kenyanthropus platyops* (Hoje se sabe que essas espécies, por mais que próximas não fazem parte da linhagem humana), e da descrição do *Homo habilis*, sua mais importante descoberta, já que esta seria a espécie intermediária entre os *Australopithecus* e as espécies mais modernas do gênero *Homo* (Morell, 1995).

Ainda na década de 70, outra grande descoberta acontece, quando em 1974, Donald Johanson descobriu na Etiópia, uma nova espécie do gênero *Australopithecus*, sendo descrito como *A. afarensis*, esse achado foi de extrema importância pois se acredita que entre todas as espécies do gênero *Australopithecus*, a *A. afarensis* é mais próxima do gênero *Homo*, sendo provavelmente um ancestral direto do *Homo habilis* (Cartmill et al, 2009). Esse achado foi tão importante que o espécime descoberto por Donald recebeu um apelido, sendo conhecida por “Lucy”, referência a uma música dos Beatles (Johanson & Eddey, 1981). A região onde Lucy foi descoberta acabou posteriormente sendo lar da descoberta de inúmeros outros hominídeos, como, por exemplo o ainda mais antigo *Ardipithecus kadabba*, na década de 90 (Shreeve, 2010).

Com o achado de tantos fósseis começaram a haver debates entre os pesquisadores, sobre quando as linhagens dos humanos e dos chimpanzés se separaram. Até a década de 60 a maioria das estimativas iam de 10 até 30 milhões de anos (M'charek, 2005). Porém, em 1967, Sarich e Wilson surpreenderam a área da paleontologia ao estimar o tempo de divergência em 4 a 5 milhões de anos atrás (Sarich & Wilson, 1967). O progresso no sequenciamento de DNA, especificamente na análise do DNA mitocondrial e do DNA do cromossomo Y, aumentaram a compreensão das origens humanas (DeSalle & Tattersall, 2008). Porém, segundo análises mais novas, a linhagem humana se separou da linhagem dos chimpanzés a cerca de 7 a 8 milhões de anos (Gibbons, 2012). Tais descobertas acabaram gerando uma verdadeira caçada de vários paleoantropólogos, acerca das evidências sobre as

primeiras espécies advindas da divergência de tais linhagens, nos anos 90. Algumas das descobertas foram os já citados *Australopithecus anamensis* e do *Ardipithecus ramidus* (Morell, 1995). Em 2000, fósseis ainda mais antigos são achados no Quênia, sendo datados em 6 milhões de anos, e descrito como *Orrorin tugenensis* (Senut et al, 2000). Já em 2001, um fóssil mais antigo é descoberto, agora no Chade. Tal espécie descrita como *Sahelanthropus tchadensis*, datado de 7,2 milhões de anos atrás é até o momento o ancestral mais antigo da linhagem humana, e a mais próxima espécie da divisão das linhagens *Homina* (humana) e *Panina* (chimpanzé) (Brunet, 2002; Mayr, 2001).

A evolução humana desde a separação da linhagem humana e da dos chimpanzés, é caracterizada por diversas mudanças morfofisiológicas, desenvolvimento e comportamentais. Entre as mais variadas mudanças, as mais significativas adaptações foram o bipedalismo, o aumento do tamanho do cérebro, a ontogenia prolongada (gestação e infância) e a diminuição do dimorfismo sexual. A relação entre essas mudanças é objeto de debate entre os cientistas (Boyd & Silk, 2003).

O bipedalismo é a principal causa de diversas alterações osteológicas e fisiológicas compartilhadas por todos os homínídeos bípedes, e sendo uma importante apomorfia do gênero *Homo* (Brunet et al, 2002). Os homínídeos mais antigos com características de bipedalismo, mesmo que de uma forma primitiva são o *Sahelanthropus tchadensis* e o *Orrorin tugenensis* (que viveram 7 e 6 milhões de anos respectivamente), eles viveram muito próximos do provável último ancestral em comum, por consequência, ainda somando inúmeras características semelhantes à tribo *Panini* (White et al, 2009). Já o *Ardipithecus* (5,6 milhões de anos) é uma espécie com características mais derivadas e que deu origem as espécies mais derivadas do grupo *Australopithecine*, no caso as espécies do gênero *Australopithecus* (Briggs & Crowther, 2008).

Os *Australopithecines* mais derivados, tornaram-se cada vez mais dependentes da bipedalia e cada vez menos ligados ao hábito arborícola (Neves, 2006). Existem inúmeras teorias sobre o valor da bipedalia. Os mais aceitos seriam que o habito bípede permitiu o uso das mãos para alcançar o alimento e também economizar energia na locomoção. Além disso, possibilitando a corrida, a caça a longa distância, proporcionou um campo de visão aprimorado e ajudou a evitar a

hipertermia, reduzindo a área de superfície exposta ao sol (Kwang Hyun, 2015). A hipótese do desenvolvimento da bipedalia ter evoluído pelo menor gasto de energia do que em comparação ao caminhar quadrupede é bem corroborado na literatura (Sokol, Raichlen & Pontzer, 2007; Rockville, 2007).

A mudança nos hábitos de vida dos homínídeos selecionou o desenvolvimento de membros inferiores mais compridos e membros superiores mais curtos, de uma menor capacidade de locomoção arbórea. Por mais que os australopitecíneos ainda seguissem alguns hábitos arbóreos. Essa perda da capacidade arborícola, teve como uma das consequências a perda progressiva do polegar oponível nos pés, característica comum dos símios mais basais. Somando a descoberta do fogo, a capacidade maior de longas marchas, que foi possível pelas novas características morfológicas, permitiu a dispersão dos homínídeos para outros continentes (David-Barrett & Dunbar, 2016).

A espécie humana acabou desenvolvendo um cérebro muito maior que os demais grandes primatas, com volume aproximado de 1.300 cm³, quase três vezes o tamanho do crânio de gorilas ou chimpanzés (Schoenemann, 2006). Porém, é muito discutido na literatura quando esse incremento cerebral começou a surgir durante a evolução humana, o que se sabe é que até os australopitecíneos, o crânio da linhagem humana tinha tamanhos muito semelhantes aos dos primatas modernos (cerca de 550 cm³). E contrapondo ideias anteriores, a alta encefalização não é um bom marcador do surgimento do gênero *Homo*, pois o *Homo habilis*, por exemplo tinham crânios com volumes semelhantes aos seus antepassados (entre 600 a 780 cm³). Portanto, hoje se sabe, que a grande sinapomorfia do gênero *Homo*, é a capacidade de bipedalia exclusivamente terrestre (Neves, 2006).

Apenas a partir do *Homo erectus* que o tamanho do encéfalo, teve um aumento realmente expressivo, que se sucedeu para as outras espécies como o *H. heidelbergensis*, *H. Sapiens* e o *H. neanderthalensis*, esse último chegou a apresentar um volume maior que o ser humano (1.600 cm³, contra a média de 1.400cm³ do *H. sapiens*), devido ao seu maior volume corporal (chegava a pesar 100 Kg em média) (Amano et al, 2015). É difícil discernir a vantagem a curto prazo da alta encefalização, até porque a mudança do tamanho do volume cerebral do *H. erectus* para o *H. heidelbergensis* (850 cm³ para 1.000cm³) não foram acompanhadas por mudanças expressivas nas suas tecnologias. Essas mudanças provavelmente eram de impacto

comportamental e social, como aumento de habilidades empáticas, aumento no tamanho dos grupos sociais e aumento da plasticidade comportamental (Klein, 2014; Dávid-Barrett & Dunbar, 2013; Richard, 1998). O aumento encefálico provavelmente teve como causa, uma dependência de alimentos ricos em calorias e difíceis de se obter, como a carne (Kaplan et al, 2000).

Há também o surgimento de outras características secundárias que são comuns ao gênero *Homo*. Uma delas é a possibilidade de o polegar tocar no dedo mínimo da mesma mão (oposição ulnar). Os demais símios são incapazes de fazer tal movimento, devido ao pequeno comprimento do polegar. A oposição ulnar é importante para facilitar a precisão e a força do aperto com as mãos, melhorando a manipulação de objetos (Wilson, 2017; Ittyerah, 2013). Além dessa há o surgimento de outras características como a importância crescente na visão, e não no olfato; um período de desenvolvimento juvenil mais longo e maior dependência infantil; um intestino menor; metabolismo basal mais rápido; perda de pelos no corpo; evolução das glândulas sudoríparas; uma mudança na forma da arcada dentária de ser em forma de “u” para ser parabólica; desenvolvimento de um queixo (encontrado apenas no *Homo sapiens*) (Pontzer, 2016).

Desse Modo a partir de um breve histórico sobre as teorias evolucionistas e sobre a evolução humana, é possível traçar um paralelo com o ensino da evolução e Biologia no ensino médio.

3.3- A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E EVOLUÇÃO HUMANA NO ENSINO DA BIOLOGIA

A evolução é um assunto bastante complexo e importante tendo em vista que é um assunto imprescindível para o entendimento da vida na Terra (Melo et al, 2019). E para se ter um melhor entendimento das diversas áreas da Biologia (Meyer & El-Hani, 2005). Já é possível realizar trabalhos ou dar aulas da biologia sem se remeter a evolução. Porém, tais especialistas são incapazes de enunciar os fundamentos de suas práticas (Shapin, 2010). Infelizmente tal conteúdo não é bem compreendido nem pelos alunos, nem pelos professores de ensino médio (Pazza, 2010; Bidinoto & Tommasiello, 2015).

A responsabilidade de mudar esse panorama é em parte da escola. Já que é de sua competência promover a socialização do conhecimento a partir das descobertas científicas e culturais da humanidade (Martins, 2011). É através da socialização de tais conhecimentos que uma pessoa se torna humana (Saviani, 2011). E que as disciplinas do currículo escolar, como áreas da ciência representam os instrumentos da socialização de tal conhecimento (Cicillini, 1997).

Especificamente a área das Ciências da Natureza e da Matemática, estão incluídas as competências da Biologia, Física, Química e Matemática e entender seus desdobramentos e interações como uma forma de compreender o mundo de forma racional. E também promover indagações e novas descobertas sobre a natureza aos alunos. E contribuir para um maior conhecimento acerca de como tecnologia e a ciência estão incluídos na vida humana e na sociedade (Brasil, 2002). Com a publicação das Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) em 2006 e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2017, tal pensamento foi ainda expandido, onde se afirmam que o ensino de Biologia deve ser tratados com o enfoque ecológico-evolutivo e que entender a vida e sua diversidade em forma e níveis de organização é essencial para os alunos atribuírem a devida importância a natureza e a seus recursos, considerando a imprevisibilidade dos fenômenos naturais, e também entender e sensibilizar com as consequências das ações antrópicas na natureza (Brasil, 2006; Brasil, 2017).

Não obstante, a área da evolução é tida como de suma importância para ser conhecida pelos estudantes brasileiros. Visto que alunos devem entender como os processos de evolução e transformação permeiam a natureza, e elaborar reflexões sobre a relação do ser humano para com o planeta (Brasil, 2017). Tais afirmações estão presentes na competência 2 da área das Ciências da Natureza, que fala sobre interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis (Brasil, 2017). É então importante que a ciência esteja no dia a dia do aluno, permitindo que ele possa então associar o conhecimento científico com o entendimento biológico (Cicillini, 1997).

A importância do ensino da evolução biológica dentro da educação do ensino médio é demonstrada em algumas habilidades dentro das competências específicas.

Segundo o BNCC é importante analisar e debater teoria e modelos que proponham explicar o surgimento da vida e a evolução dos seres, além de comparar as teorias aceitas hoje, com os modelos de diferentes épocas e culturas. É também obrigação da instituição de ensino que demonstre as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização (Brasil, 2017). A presença de tais informações corrobora, com a afirmação de diversos pesquisadores sobre a suma importância do ensino da evolução no ensino médio e de como ela deve ter um papel central no ensino de biologia (Alters & Alters, 2001; Meyer & El-Hani, 2005). E uma maneira de mudar a forma como se ensina a evolução, já que ela acaba sendo trabalhada como apenas mais um tema e não como um eixo integrador da biologia (Oleques et al, 2011; Sepúlveda & El-Hani, 2009; Mello, 2008).

Uma importante defasagem sobre o ensino da evolução Biológica, trata-se do fato que ela geralmente é apresentada aos estudantes apenas no fim do terceiro ano do ensino médio, sendo este desconectado dos temas apresentados anteriormente (Tidon & Lewontin, 2004). Porém, o tema da evolução deve ser contemplado desde o ensino fundamental, sob a unidade temática conhecida por “vida e evolução”. Onde se propõe o estudo acerca dos seres vivos, suas características e necessidades, e como uma forma de ver a vida como um elemento natural e social, além de entender os processos evolutivos que geram a diversidade de formas de vida no planeta (Brasil, 2017).

Ainda mais Deficitário que o ensino da evolução por si só, o ensino da evolução humana, inúmeras vezes é negligenciado e visto de forma resumida (Moura & Silva-Santana, 2012). Onde tal conceito sofre de maior preconceito, por se opor de forma mais contundente as ideias criacionistas (Oliveira & Bizzo, 2009). Tal problema é aumentado quando em algumas situações o próprio professor afirma não acreditar na evolução (Nehm, 2006). Há também uma falha na preparação da carga teórica dos professores acerca do assunto, onde inúmeros professores relatam que não obtiveram o conhecimento necessário sobre o tema na universidade (Moura & Silva-Santana, 2012). Além disso, o próprio tema costuma ser visto de forma pouco extensa com poucos materiais em vários livros didáticos (Andrade, 2009). Porém, o BNCC possui uma habilidade específica para a evolução humana dentro da competência 2, da área das Ciências da Natureza, onde se afirma que o ensino deve contemplar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana considerando sua

origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, e assim aplicando esses conhecimentos para gerar uma valorização da diversidade étnica e cultural das sociedades humanas (Brasil, 2017).

A partir de uma análise sobre como é feita o ensino da evolução no ensino médio, pode-se tratar sobre como o uso de materiais didáticos e oficinas ligadas a extensão universitária pode ajudar ao ensino da evolução.

3.4- O USO DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA E DE MATERIAIS DIDÁTICOS NO ENSINO DA EVOLUÇÃO

Os programas de extensão articulados com ensino e pesquisa, contribuem para aproximar a universidade das demandas da comunidade (Oliveira, 2015). Tais projetos podem ser usados também para aproximar a comunidade de conteúdos polêmicos, e assim facilitando seu aprendizado, conteúdos como a evolução (Melo et al, 2019; Oliveira, 2015). E o uso específico de oficinas, acaba aproximando os alunos do ensino médio do conteúdo científico, gerando um pensamento mais crítico após sua realização (Oliveira, 2015). A literatura coloca as oficinas pedagógicas como um ambiente para a aprendizagem. Que gera um processo ativo de transformações e que aproxima progressivamente o aluno do conhecimento (Vieira & Volquind, 2002).

O ensino da evolução apresenta controvérsias e resistências de aprendizado por parte dos alunos. Muitas vezes o fator religioso acaba sendo um dos motivos principais para tal afastamento (Oliveira & Bizzo, 2011; Santos & Bizzo, 2000; Costa; Melo & Teixeira, 2009). Porém, é dever do professor, fazer com que o referido aluno aceite o conhecimento científico mesmo que este vá de encontro com as crenças religiosas. Já que tal visão de mundo não representa por si só necessariamente um obstáculo para tal pensamento científico (Cobern, 1991). Para corroborar tal fato, é comum também a presença de alunos religiosos se interessando sobre o tema da evolução (Oliveira, 2015). Existindo a possibilidade de indivíduos sustentarem concepções contraditórias, desde que empregadas em contextos diferentes (Bizzo & El-Hani, 2002).

A falta de entendimento dos conceitos acerca dos mecanismos evolutivos é outro fator importante para um insucesso dos alunos para com o tema (Tavares,

Mortimer & El-Hani, 2009; Motta, 2013). Tais alunos têm uma grande dificuldade em compreender os conceitos de DNA e Mutação (Tavares, Mortimer & El-Hani, 2009). Além da falta de compreensão sobre ancestralidade em comum (Reis, 2007) e não aceitação de que a espécie humana faz parte da evolução como qualquer outro organismo (Oliveira & Bizzo, 2011).

Para quebrar as barreiras tanto da resistência dos alunos quanto da própria falta de base teórica dos alunos, a utilização de modelos e recursos didáticos são uma boa forma de obter tal resultado. Prendendo a atenção de forma mais efetiva e obtendo resultados mais satisfatórios na absorção do conteúdo (Melo et al, 2019). Modelos e outros recursos didáticos são importantes, para uma melhor compreensão de assuntos complexos por parte dos estudantes. Além de ter um caráter motivador, influenciando o estudante a ter uma ação mais ativa no aspecto de ensino-aprendizagem (Souza, 2007). Sendo então fatores de motivação que possibilite o ensino de ciência e ainda respeitando a diversidade dos alunos (Justina & Ferla, 2006).

Esses recursos já mudam aos poucos a forma como é feita a educação e o ensino. E tendem, no futuro, a mudar a educação por completo. A utilização de atividades lúdicas, é de suma importância pela sua maior possibilidade de gerar ações mais criativas e dinâmicas (Santos, 2010). O Lúdico é eminentemente educativo no sentido em que constitui a força impulsora de nossa curiosidade a respeito do mundo e da vida, o princípio de toda descoberta e toda criação (SANTO AGOSTINHO apud Souza, 1996). Isso se opõe ao ensino tradicional, tentando evitar, problemas causados por tal prática como a imitação, por parte dos alunos em relação ao professor; obediência completa dos alunos pelo professor levando a uma submissão; e controle total do aluno pelo professor, influenciando na sua formação (Hoehnke, Koch & Lutz, 2005).

O uso do recurso didático é de suma importância no que tange o ensino aprendizagem do aluno. Porém, é dever do professor estar capacitado para o uso de tal ferramenta (Souza, 2007). É importante também citar, que a produção de materiais e modelos didáticos, é de grande valia pra o crescimento profissional e pedagógico do docente (Justina & Ferla, 2006). Cabe também a escola o papel de adequar seu projeto pedagógico à realidade em que a escola esteja inserida, sabendo que tipo de aluno tem sob sua responsabilidade. E também a obrigação de dar ao professor os

materiais necessários para que seu trabalho se desenvolva de forma correta para o desenvolvimento pedagógico dos alunos (Souza, 2007).

Portanto, a partir do material apresentado é possível inferir sobre o que foi proposto como questão inicial de pesquisa iniciar a descrição dos processos metodológicos.

4- INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta como temática a análise do conhecimento prévio e do ensino acerca da evolução biológica. A escolha do tema teve como principal razão a dificuldade de estudantes do ensino médio em dominar os conceitos acerca da evolução (Mota, 2013). Assim como a dificuldade em entender que o ser humano também faz parte da evolução. Principalmente por uma visão de que nossa espécie é o ápice evolutivo, geram distorções e controvérsias entre os alunos (Oliveira & Bizzo, 2011). Tendo como consequência a falta de entendimento do conteúdo e a não aceitação do tema como explicação para a diversidade da vida na Terra (Pazza, 2010).

Ademais a evolução também é um tema controverso para tais estudantes principalmente por fatores religiosos e sociais (Santos & Bizzo, 2000). É acrescentado ainda o fato do referido tema ser extremamente complexo e de difícil compreensão para alunos e professores (Almeida & Falcão, 2005), o que faz com que os próprios docentes, não obtenham êxito por muitas vezes não suprir as exigências do conteúdo didático pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), (Orsi, 2017). A soma de tais fatores se fez pertinente para a importância do referido trabalho.

A evolução é um tema essencial para ser compreendida pelos alunos, pois está interligado a inúmeras outras áreas da Biologia, como paleontologia, genética, ecologia entre outras (Meyer & El-Hani, 2005). E também está diretamente associada a compreensão de inúmeros fenômenos do cotidiano da população em geral, como a resistência de bactérias a antibióticos (Alters & Alters, 2001).

A importância do tema já foi reconhecida no Brasil desde o ano de 1998, onde passou a integrar os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino fundamental (Brasil, 1998). Logo após, o tema esteve presente no lançamento dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) e também nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio para Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+), ambos voltados ao ensino médio (Brasil, 2000; Brasil 2002). Essa importância foi expandida posteriormente com as novas Bases Nacionais Comuns Curriculares (BNCC) (Brasil, 2017).

O presente estudo, por meio de um projeto de extensão, tem como objetivos principais analisar o conhecimento prévio dos alunos de ensino médio acerca da

evolução e difundir os genuínos conceitos sobre evolução biológica, sobretudo da linhagem humana. Recorrendo à fabricação de recursos didáticos lúdicos, para facilitar o aprendizado dos alunos acerca dos conceitos da evolução. Possuiu como principal foco a desconstrução de diversos mitos que permeiam a evolução como a ideia que viemos dos macacos ou de que a evolução é um processo em “escada”. Assim como evidenciar as características do gênero *Homo*, e as diferenças entre nossa espécie e os chimpanzés (*Pan sp.*). Além de difundir os principais fósseis ancestrais de nossa espécie, e relacionar as mudanças nas características anatômicas e comportamentais ocorridas nesta trajetória.

5- MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado com estudantes, do ensino público, do 3º ano do ensino médio, do turno matutino, da Escola de Referência em Ensino Médio Nóbrega, na cidade de Recife, PE, e com mais estudantes, do 1º e 2º ano do ensino médio, do turno matutino, do Colégio e Curso Lupat, da rede privada na cidade de Olinda, PE.

Os procedimentos adotados foram divididos em duas partes distintas. Inicialmente ocorreu a aplicação de um questionário para analisar o conhecimento prévio dos alunos acerca da evolução. A etapa posterior do trabalho foi a realização de uma palestra de natureza educacional, para então resolver as dúvidas e a falta de informações dos estudantes acerca do tema.

O modelo de pesquisa foi qualitativo, escolha essa que foi realizada devido ao direcionamento e desenvolvimento do próprio projeto de extensão, do qual este trabalho originou-se. Todas as respostas colhidas com os alunos nos questionários foram analisadas, para que os resultados possam responder a uma dúvida principal: “as concepções dos alunos de ensino médio acerca de evolução”.

A aplicação de questionário tem inúmeros benefícios como o anonimato das pessoas e a não exposição dos pesquisados a opinião dos entrevistadores além de atingir um grande número de pessoas (Gil, 2008).

As perguntas do questionário foram divididas em dois pontos. A parte inicial composta por três questões, com o propósito de se formar um perfil do aluno entrevistado, onde se questionou sua respectiva idade, ano escolar e momento no qual o referido discente lembra de ter estudado evolução. A segunda parte do questionário apresentava as questões que buscavam testar os conhecimentos gerais acerca da evolução, e principalmente evolução humana. Tais questões eram representadas por quatro possíveis respostas, onde seriam: a) Concordo, b) Discordo, c) Concordo Parcialmente e d) Não sei opinar. A única exceção entre as questões de análise do conhecimento prévio dos alunos foi a questão 4, nela as respostas eram: a) Sim, b) Não, c) Não me recordo e d) Não sei opinar (Anexo 3).

Cabe ressaltar que todos os alunos participantes do projeto, se apresentaram de forma voluntária ao receberem os questionários. A referida pesquisa foi autorizada e formalizada por meio de um termo de consentimento devidamente assinado pela diretora do colégio E.R.E.M. Nóbrega e pelo coordenador do colégio e curso Lupat.

Cada aluno que participou da pesquisa recebeu uma identificação de acordo com a sala na qual foi feito questionário: por exemplo, 1º ano A do CPC (A1 a A27), 1º ano B do CPC (B1 a B16), 2º ano A do CPC (C1 a C25) e 3º ano D do E.R.E.M. Nóbrega (D1 a D38). Assim, os estudantes puderam manter o seu anonimato, e a pesquisa pode demonstrar sua confiabilidade. Porém, é importante citar que as duas salas foram analisadas juntas, pois ambas tiveram acesso as mesmas aulas, professores e métodos de ensino.

A segunda parte do projeto, foi realizada por meio de exposições acerca do tema, utilizando-se de materiais lúdicos e modelos de ensino. A exposição iniciou-se por meio de um slide, onde alguns questionamentos são inicialmente levantados para instigar a curiosidade dos alunos. São feitas perguntas básicas sobre a evolução como “o homem veio do macaco?” ou “você acredita na evolução?”. Utilizando essas perguntas se inicia a discussão com os alunos sobre o tema e são utilizados recursos didáticos para melhorar compreensão do assunto.

Os recursos didáticos foram de suma importância para as exposições, onde além de terem funcionado para captar a atenção dos alunos, ainda os ajudou na compreensão dos conceitos ligados a evolução. Durante as apresentações foram apresentados 4 (quatro) diferentes recursos didáticos, sendo cada um pensado e realizado acerca de um determinado tema.

O primeiro recurso didático apresentado foi um crânio humano completo, que foi disponibilizado para o projeto após uma solicitação feita a empresa de manutenção e limpeza urbana do Recife (Emlurb), após a solicitação ser aceita, o crânio foi retirado do cemitério Senhor Bom Jesus, popularmente conhecido como cemitério de Santo Amaro, localizado em Recife/PE. O crânio foi utilizado durante as apresentações para exemplificar as diferenças cranianas entre o gênero *Homo* (ser-humano) e o gênero *Pan* (Chimpanzé). Onde foi utilizado o crânio humano ao mesmo tempo, em que se compara com fotos de um crânio de chimpanzé, entre as divergências apontadas usando o crânio estão, a diferença da porcentagem da face (branquicrânio) no crânio do chimpanzé em relação ao ser humano, a

s diferenças dentárias entre ambas espécies, e a localização do forame magno (abertura do crânio onde se conecta a coluna vertebral) que tem grande importância para entender as diferenças de locomoção entre as espécies.

O segundo recurso didático foi feito utilizando duas garrafas “pet.” de dois litros cada, onde ambas são preenchidas com água e corante. Na primeira garrafa foi colocada um volume do líquido de 1.300 cm³, enquanto na segunda garrafa o volume foi de 1.600 cm³. Cada garrafa representa um crânio de uma espécie, *Homo sapiens* e *Homo neanderthalensis* respectivamente, e o volume do líquido corresponde aos seus respectivos volumes cerebrais. Tal modelo teve como função demonstrar as diferenças entre as espécies e gerar questionamentos acerca do fato do *H. sapiens* ter um volume cerebral menor, além de serem utilizadas para expressarem o conceito de que a evolução não é linear.

O terceiro recurso didático foi um cabo de madeira de 1,20 metro de altura, onde foram realizadas marcações na madeira, em alturas pré-determinadas, onde cada marca representa as alturas correspondentes de alguns ancestrais como o *Sahelanthropus tchadensis* (marcação em 1,00 metro) e do *Ardipithecus ramidus* (marcação em 1,20 metro), e então é feita uma comparação com a altura média do ser humano (onde se usa o apresentador da exposição como modelo) e do chimpanzé (a altura do chimpanzé é feita usando um marcador no quadro), essas comparações têm a intenção de exemplificar as várias alturas e características físicas de cada uma das espécies. E assim demonstrar diferenças básicas entre o ser humano, o chimpanzé e algumas das espécies mais primitivas da linhagem evolutiva humana (S.

Tchadensis e *A. ramidus*). Acabando assim com um mito de que o ancestral em comum entre o chimpanzé e o ser humano, seria de aparência similar ao chimpanzé.

O quarto recurso didático, foi um modelo usando planisférios (mapa-múndi) impressos em papel fotográfico e sobre os mapas estão pequenas representações (bonecos) dos ancestrais fósseis do ser humano (*Homo neanderthalensis*, *Homo erectus*, *Homo habilis* e o *Australopithecus sp*) além do próprio *Homo sapiens*. No mapa estão apresentados os continentes e também as divisões políticas atuais mostrando as fronteiras dos países. A representação dos países tem como função demonstrar em qual país atual, os fósseis foram achados. As pequenas figuras (bonecos) das espécies fósseis, foram feitas usando um molde em papelão (para cada espécie), onde uma imagem da espécie foi colada sobre o molde. É importante salientar que cada molde tem tamanhos diferentes, com suas diferenças sendo referente as variações reais de altura, entre as 5 (cinco) espécies. Tais representações foram fixas no mapa por meio de ímãs, onde um ímã é colado na base da figura, e outro ímã fica sob os mapas. Permitindo assim que se possam manipular os modelos pelo mapa, demonstrando assim suas respectivas rotas migratórias.

Ao término do trabalho foi realizado o estudo e a interpretação dos resultados obtidos, mediante análise dos dados.

6- RESULTADOS

6.1- Perfil dos Alunos

Participaram dessa pesquisa 106 alunos do ensino médio, sendo 38 alunos do E.R.E.M. Nóbrega, todos esses do 3º Ano e 68 alunos do Colégio e Curso Lupat, destes, 25 alunos são do 2º ano, e 43 alunos são do 1º ano. Foi constatado que 59,43% dos estudantes participantes tinham entre 16 e 17 anos, enquanto 33,01% dos alunos tinham entre 14 e 15 anos, e apenas 7,54% apresentavam 18 anos ou mais.

Sobre os anos escolares em que cada aluno afirma lembrar que estudou sobre evolução houveram resultados muito diversos, onde todas as respostas disponíveis foram votadas, e a maioria das alternativas acabou possuindo resultados similares como pode ser visto na tabela abaixo.

TABELA 1- Número de alunos de acordo com o ano escolar

ANO ESCOLAR	NÚMERO DE ALUNOS	PORCENTAGEM DOS ALUNOS
6º ANO	5	4,71%
7º ANO	13	12,26%
8º ANO	22	20,75%
9º ANO	22	20,75%
1º ANO E.M.	18	16,98%
2º ANO E.M.	2	1,88%
3º ANO E.M.	31	29,24%
ENSINO FUNDAMENTAL	2	1,88%
NÃO ME RECORDO	15	14,15%
ABSTENÇÃO	1	0,94%

Fonte: Do autor (2019)

Nessa questão (Anexo 3) os alunos puderam escolher mais de uma resposta. Neste caso vinte e um alunos acabaram marcando mais de uma opção, demonstrando que a evolução foi vista em mais de um ano escolar, ou seja, apenas 19,81% dos alunos viu evolução mais de uma vez, porém pelo fato da maioria dos alunos ainda não ter estudado no 3º ano, esse baixo número é aceitável. Entre os alunos do 3º ano, apenas seis estudantes (15,78%) atestaram que estudaram evolução ao menos em dois momentos. Outro dado importante é que sete alunos (18,42%) do 3º ano afirmaram que não viram ou não lembram e terem visto evolução em pleno 3º ano (D2, D5, D11, D12, D14, D16 e D38), discordando do restante da sala (81,58%). Outro ponto a ser falado é que 44 alunos do total (41,5%), disseram que não tiveram evolução no ensino fundamental, o que vai de contra o PCN (1998) e a BNCC (2017) no qual dizem que a evolução deve ser vista desde o ensino fundamental (Brasil, 1998; Brasil 2017).

6.2- Conhecimentos Gerais Acerca do Tema Pesquisado

As questões posteriores (questão 4 a 8) tratam de verificar o conhecimento prévio dos alunos acerca da evolução biológica e humana. Os Discentes poderiam assinalar apenas uma resposta.

4) Você já ouviu falar sobre a teoria sintética da evolução?

A questão quatro procurou saber qual o nível do conhecimento dos alunos sobre a existência das teorias mais recentes da evolução. Como pode ser vista na tabela abaixo.

TABELA 2 – Porcentagem de alunos acerca da teoria sintética da evolução

Ano Científico	a) Sim	b) Não	c) Não me recordo	d) Não sei opinar	Quantitativo de Alunos
1° ANO	39,53%	11,62%	44,18%	4,65%	43
2° ANO	48%	0%	40%	12%	25
3° ANO	73,68%	5,26%	21,05%	0%	38
TOTAL	53,77%	6,6%	34,9%	4,71%	106

Fonte: Do autor (2019)

Através dos resultados vistos na Tabela 2, pode-se perceber que a maioria dos alunos tem o conhecimento sobre as teorias mais recentes da evolução (53,77%), no caso a Teoria Sintética. Porém, é importante notar que a um crescente do conhecimento em relação à teoria sintética da evolução, com o passar dos anos escolares.

5) “A evolução busca a perfeição das espécies.”

Na quinta questão busca-se entender se mesmo conhecendo a evolução, o pensamento dos alunos está mais alinhado com o pensamento Darwinista de que a evolução não busca a perfeição, ou se eles ainda pensam que a evolução é direcionada semelhante ao pensamento Lamarckista (Mayr, 2001). Essa informação pode ser observada na Tabela 3.

TABELA 3 – Porcentagem de alunos sobre o direcionamento da evolução

Ano Científico	a) Concordo	b) Discordo	c) Concordo Parcialmente	d) Não sei opinar	Quantitativo de Alunos
1° ANO	30,95%	4,76%	57,14%	7,14%	42
2° ANO	12%	12%	72%	4%	25
3° ANO	15,78%	36,84%	36,84%	10,52%	38
TOTAL	20,95%	18,09%	53,33%	7,61%	105

Fonte: Do autor (2019)

Por meio dos resultados da Tabela 3, pode-se notar ao ver o número total de que apenas uma pequena porcentagem de alunos (18,09%) discorda de que a evolução é direcionada e busca a perfeição. Porém, esses números acabam sendo muito inflados pelas respostas do 1° e do 2° Ano, onde apenas 4,76% e 12% respectivamente negaram o enunciado. O 3° Ano obteve um resultado bem mais expressivos de acerto, porém ainda assim abaixo dos 50%. É notável observar que uma grande quantidade de alunos, na verdade apresenta muitas dúvidas sobre o funcionamento do processo evolutivo, já que ao somar as respostas “c) concordo parcialmente” e “d) não sei opinar”, chega-se a um número de 60,94%, mostrando que a grande maioria dos discentes, na verdade, não tem uma posição definida em relação ao processo evolutivo. É notável pontuar que houve um aluno do 1° ano se absteve (A4).

6) “O ser humano veio do macaco.”

Busca compreender se os alunos têm uma real noção sobre os processos evolutivos do ser humano, ou se a ideia de como acontece a evolução humana dos alunos é baseada em conceitos incorretos, baseados na evolução em escada ao invés da filogenia e de ancestrais em comum foi a intenção da questão seis, que pode ser observada ao se analisar a tabela abaixo.

TABELA 4 – Porcentagem de alunos sobre a origem do ser humano

Ano Científico	a) Concordo	b) Discordo	c) Concordo Parcialmente	d) Não sei opinar	Quantitativo de Alunos
1° ANO	16,27%	30,23%	39,53%	13,95%	43
2° ANO	12%	44%	36%	8%	25
3° ANO	5,26%	78,94%	13,15%	2,63%	38
TOTAL	11,32%	50,94%	29,24%	8,49%	106

Fonte: Do autor (2019)

Por meio da análise da tabela 4, pode-se perceber que a maior parte dos alunos obtiveram respostas corretas acerca da evolução da linhagem humana, ao ponto de 50,94% dos discentes atestarem que o ser humano não simplesmente vem do “macaco”, é importante também citar como esse resultado positivo, é mais comum nas séries mais avançadas, 3° ano obteve 78,94% de acerto, demonstrando um maior conhecimento adquirido ao longo do ensino médio. Porém, é importante comentar que existe também um grande número de alunos com dúvidas sobre o funcionamento correto da evolução humana. Mostrando que mesmo que uma boa porcentagem de alunos entenda que a evolução humana não é uma escada, ainda existe uma grande parcela de estudantes que não entendem o processo de filogenia e ancestralidade comum na espécie humana (Somando as respostas que não estavam certas o número chega a 49,16%).

7) “O ser humano é a espécie mais evoluída entre os seres vivos”

Na sétima questão a intenção foi descobrir se os alunos entendem realmente os conceitos da evolução, entender que as espécies estão em evolução continua e que não existe espécie mais evoluída do que outra, pode-se dizer que a questão sete está relacionada diretamente com a questão cinco e seis. Tais resultados são demonstrados na tabela abaixo.

TABELA 5 – Porcentagem de alunos que acreditam numa superioridade humana

Ano Científico	a) Concordo	b) Discordo	c) Concordo Parcialmente	d) Não sei opinar	Quantitativo de Alunos
1° ANO	30,95%	33,33%	23,8%	11,9%	42
2° ANO	44%	8%	48%	0%	25
3° ANO	65,78%	15,78%	15,78%	2,63%	38
TOTAL	46,22%	20,75%	26,41%	5,66%	105

Fonte: Do autor (2019)

Pela análise da tabela 5, se pode notar que o pensamento na qual a espécie humana é o ápice da evolução (Oliveira & Bizzo, 2011) ainda é muito aceito entre os alunos gerando distorções e erros sobre o entendimento da evolução. Apenas 20,75% dos estudantes acertaram esta questão, um resultado muito abaixo do desejável. Um ponto curioso é que nessa questão em específico, o 3° ano acertou abaixo da média, e a maioria (65,78%) confirmou que o ser humano era a espécie evolutiva, mostrando um alto percentual de pensamento antropocêntrico entre os alunos. Já o 1° ano acabou tendo a maior taxa de acerto, acima da média do total de alunos, onde 33,33% dos alunos acertaram, porém, mesmo assim com uma taxa de acerto abaixo dos 50%. O 2° ano acabou demonstrando uma taxa alta de alunos sem muita certeza, onde 48% dos alunos não tinha uma posição definida, porém acabou tendo um número muito baixo de acertos (8%). Um dos alunos do 1° ano acabou por se abster (B9).

8) “O ser humano pode ser dividido em raças biológicas?”

Essa questão busca analisar um aspecto da evolução humana que é pedido pela BNCC, no caso segundo as bases nacionais deve-se aplicar os estudos relacionados a evolução humana para gerar uma valorização da diversidade cultural, étnica e racial, agindo assim contra o racismo e a xenofobia entre os estudantes. Tem também a função de analisar se os alunos têm concepções acerca de como ocorreria a formação de uma raça biológica (taxonomia), e de como a globalização aumenta a variabilidade genética e assim diminui a especiação da espécie humana ao redor do globo. As porcentagens das respostas dos alunos podem ser vistas na tabela 6.

TABELA 6 – Porcentagem de alunos que acreditam na divisão racial do ser humano

Ano Científico	a) Concordo	b) Discordo	c) Concordo Parcialmente	d) Não sei opinar	Quantitativo de Alunos
1° ANO	16,27%	34,88%	13,95%	34,88%	43
2° ANO	0%	41,66%	8,33%	50%	24
3° ANO	15,78%	44,73%	7,89%	31,57%	38
TOTAL	12,38%	40%	10,47%	37,14%	105

Fonte: Do autor (2019)

Ao analisar a tabela 6, pode-se perceber que tal questão gerou uma grande confusão aos alunos, onde um número muito alto de alunos acabou por não opinar (37,14%). Esse número chegou a ser ainda mais alto no 2° ano, onde chegou a taxa de 50%. O fato desse tema implicar em questões delicadas como racismo, pode ser um dos fatores que gerou tantas respostas inconclusivas. Porém, entre os alunos que acabaram opinando, a grande maioria acabou acertando, onde 40% dos discentes acabou demonstrando que não há divisão de raças dentro da espécie humana.

6.3- Recursos e Materiais Didáticos

Acerca dos recursos e materiais didáticos, foi notado que de uma forma geral deixaram a exposição com um tom mais agradável e divertida, prendendo a atenção dos alunos. É importante citar que a exposição chamada “Como chegamos até aqui: um olhar sob a evolução humana” foi apresentado também em outras intervenções como em museus, e em semanas temáticas, como a do meio ambiente. Essas outras exposições não foram levadas em conta em relação aos resultados das perguntas, por não aplicação do questionário, porém é importante salientar que todas as práticas e materiais didáticos foram apresentados também nessas exposições e serão levadas em consideração na questão da aplicação de tais recursos didáticos.

Acerca de tais ferramentas o resultado foi obtido a partir de relatos de experiência:

a) O crânio humano foi o recurso didático que acabou chamando mais atenção entre todos, pelo fator lúdico e também de novidade, gerando curiosidade nos alunos, acabou por atrair os olhares dos estudantes. O lado prático de comparar as diferenças morfológicas, direto do osso ao invés de fotos acabou também sendo um sucesso, já que o docente pode explicar de forma mais direta sem necessitar que o aluno acabe sendo obrigado a ter que imaginar uma determinada representação.

b) O material didático envolvendo as garrafas pets, foi de muito sucesso, principalmente pelo motivo da atividade se iniciar já com uma pergunta para os estudantes: “se cada garrafa represente o volume do crânio de uma determinada espécie. Qual então é a garrafa que representa o ser humano?”. Esse tipo de forma didática acabou gerando curiosidade nos alunos, instigando o senso de desafio e de tentar acertar. Causando assim uma participação massiva dos estudantes. Sendo de fácil compreensão e de uma forma inusitada acabou sendo de grande valia para os alunos entenderem que o tamanho do crânio não necessariamente tem a ver com maior inteligência, e que o aumento do volume cerebral entre os hominídeos não foi seguido de forma uniforme (Neves, 2006).

c) O terceiro recurso feito a partir do cabo de vassoura acabou gerando resultados semelhantes parecidos ao recurso didático da garrafa pet. O fato inusitado durante uma palestra, o docente usar um cabo de vassoura, acabava por instigar a curiosidade dos estudantes, tentando entender para que servia tal material. Durante a realização da atividade, o lúdico tomava conta deixando a palestra mais divertida onde vários estudantes desejaram de forma espontânea fazer a comparação entre sua altura e a dos ancestrais humanos e chimpanzé.

d) O modelo dos planisférios era extremamente importante para nortear os alunos acerca das migrações de tais espécies facilitando o entendimento deles, e o fator lúdico dos bonecos está presente chamando a atenção e divertindo os alunos. Porém um ponto a ser citado é que tal prática funciona melhor com o número menor de alunos, já que pelo seu tamanho reduzido não pode ser mostrado para uma sala inteira de uma vez, porém quando os alunos os viam sempre acabavam sendo bem atraídos pelas imagens e pelas representações dos primatas primitivos.

7- DISCUSSÃO

O ensino da evolução segundo o BNCC, deveria ser de grande abrangência começando desde o ensino fundamental até o 3º ano do ensino médio (Brasil, 2017). Sobre essa questão um pouco mais da metade dos alunos constatou que tiveram acesso ao estudo evolucionista ao menos uma vez no ensino fundamental, mostrando que a maioria dos alunos teve uma educação coerente segundo as novas recomendações do Ministério da educação (Brasil, 2017). Entretanto, o número de alunos que não teve evolução no fundamental também foi alto, principalmente entre os alunos do 3º ano, já que mais de um terço dos estudantes afirmaram que não viram tal conteúdo no Ensino fundamental, o que vai de contra o PCN (1998) e a BNCC (2017) no qual dizem que a evolução deve ser vista desde o ensino fundamental (Brasil, 1998; Brasil 2017). Atestando a ainda presente fragilidade no ensino desse conteúdo e na formação de professores capacitados nessa área (Tidon & Lewontin, 2004; Orsi, 2017). Entretanto, a BNCC é bem atual, então muitos dos alunos entrevistados, quando estavam no ensino fundamental, tais instruções ainda não tinham entrado em vigor (Brasil,2017).

Porém, um ponto preocupante é que cerca de apenas um quinto dos alunos atestaram nesta pesquisa, que viram o conteúdo de evolução em mais de um ano escolar. Porém, esse baixo número é relativamente aceitável devido ao fato de que a maioria dos alunos que responderam o questionário ainda não chegaram ao 3º ano do ensino médio, onde na maioria dos colégios é nesse ano escolar onde a evolução tende a ser abordada no ensino médio (Tidon & Lewontin, 2004).

Sobre a questão de que uma pequena parte dos alunos do 3º ano, acabou por não marcar a afirmativa que diz que eles teriam visto evolução em seu respectivo ano escolar, pode-se afirmar a uma falha de interpretação de questão, que é um problema relativamente comum a metodologia de questionário (Gil, 2008), pode-se também inferir que tais alunos não tenham lembranças de tal conteúdo ou até mesmo tenham faltado tais aulas.

Na quarta questão, no qual foi abordado o conhecimento ou não da teoria sintética da evolução, o número alto de alunos que conhecia tal teoria foi maior que o esperado, já que geralmente tais alunos costumam ter um conhecimento aceca apenas do darwinismo (Mannarino & Falcão, 2011; Bidinoto & Tommasiello, 2016).

Porém, as respostas posteriores mostraram que grande parte dos alunos podem até ter visto o neodarwinismo (teoria sintética da evolução), mas os discursos e ideias se relacionam mais com o darwinismo e até mesmo com o lamarckismo (Mayr, 2001). Tal situação acaba sendo semelhante a outros trabalhos (Bidinoto & Tommasiello, 2016; Teixeira, 2017; Liporini, 2014). Sobre o fato de o 3º ano do ensino médio ter conseguido resultados expressivamente superiores ao 1º e 2º, demonstra que o neodarwinismo não foi visto no ensino fundamental ou foi visto de forma muito superficial, comprovando a ideia proposta por Tidon e Lewontin (2004), de que a evolução é geralmente vista apenas no 3º ano do ensino médio.

Em relação à questão cinco, que buscava saber se os alunos concordavam que a evolução era direcionada e buscava a perfeição. Apenas um pouco menos de um quinto dos alunos discordou, sendo um número muito baixo de alunos, segundo Mayr (2001), a ideia de que a evolução não buscava a perfeição e não era direcionada, era um dos principais pontos do darwinismo, que é aceito até hoje, e que rompeu de forma brusca com os pensamentos perfeccionistas da época. O fato de a grande maioria dos discentes acreditarem nesse perfeccionismo da evolução demonstra que muitos estudantes ainda acreditam em um modo de evolução semelhante a Lamarck. Na verdade, por mais que geralmente o lamarckismo seja comentado no ensino médio como errado, muitas vezes alunos acabam aprendendo conceitos acerca da evolução, mais ligados a ideia lamarckista (Liporini, 2014). Pode-se relacionar esse fato, a falta de domínio acerca do tema, por parte dos professores (Almeida & Falcão, 2005; Binidoto & Tommasiello, 2016).

Na questão seis a pergunta tentava entender se os alunos acreditavam na evolução em escada, se o ser humano descendia do macaco. A maioria dos alunos atestou que não, demonstrando de que o ser humano não descende dos macacos. Esse resultado é semelhante ao obtido por Teixeira (2017), demonstrando que eles entendem que a evolução humana não veio do chimpanzé. Porém, o alto número também de pessoas que concordaram (quase a metade dos alunos), parece mostrar que um bom número de pessoas ainda acredita na evolução por escada da espécie humana, propagando a falsa ideia de que o ser humano veio do chimpanzé (Liporini, 2014).

A questão sete buscava entender se os alunos mantinham a crença de que o ser humano é mais evoluído e separado da evolução das outras espécies. E a grande

maioria dos alunos acabou citando que a espécie humana é sim mais evoluída do que as outras. Tais resultados também são facilmente encontrados na literatura demonstrando que muitos estudantes tem ideias antropocêntricas na biologia (Teixeira, 2017; Oliveira, 2015). Não obstante, muitos alunos até aceitam as informações acerca da evolução, mas tem dificuldade em levar tais questões para a espécie humana (Oliveira, 2015; Oliveira & Bizzo, 2011).

A questão oito buscou responder se os discentes acreditavam ou não, no fato da espécie humana ser dividida em raças biológicas. A ideia era tentar descobrir se os alunos teriam o conhecimento de diferenciar os conceitos de raça biológica e raça no sentido social.

As raças na sociologia são construções sociais usadas para diferenciar pessoas no sentido de uma ou mais características físicas (Keita et al, 2004). Porém na biologia raça é uma classificação informal na hierarquia taxonômica abaixo do nível da subespécie, porém acima de cepas ou estirpes (Gotoh et al, 1993). Raças biológicas podem ser definidas como populações geneticamente distintas dentro da mesma espécie, onde tais diferenças seriam ligeiras se comparada as subespécies (Walker, 2004). Também podem ser definidas por populações ligeiramente diferentes pela sua distribuição geográfica e/ou comportamento, sendo como exemplo de raças assim, os chamados ecótipos (Morris, 1992; Begon, Townsend & Harper, 2006). É importante também não confundir os conceitos de raças biológicas com as chamadas raças domésticas, que são animais domésticos que compartilham fenótipos, comportamentos e outras características semelhantes entre si, que as distinguem do resto da espécie (Langer, 2018).

Segundo tais explicações a literatura hoje descreve que o ser humano não pode ser dividido em raças biológicas. Essa impossibilidade vem de três fatos. O primeiro de que a espécie humana é muito jovem, e suas rotas e padrões de migração são muito amplos para resultar numa organização da variabilidade genética suficiente para o processo de formação de raças. A segunda é de que as chamadas “raças” compartilham entre si inúmeras de suas variações genéticas, e por fim que menos de 10% da variação genômica ocorre exclusivamente a cada “raça” (Pena & Birchal, 2006).

Sobre as respostas podem perceber que a maioria dos alunos que decidiu opinar acabou acertando, mostrando que a ideia de que as raças na sociologia não

equivalem a uma raça biológica. Isso é importante para atestar um aspecto social dessa questão já que as percepções de uma “raça humana” podem afetar a vida social das pessoas, sendo usados como responsáveis de um grande nível de desigualdade social e de preconceito (Guimarães, 2005). Exatamente por esse aspecto delicado como racismo, somado a confusão nas diferenças entre raça, raça biológica e raça doméstica (Walker, 2004), que provavelmente houve um número tão grande de alunos que deram respostas inconclusivas.

Sobre os recursos didáticos os resultados foram positivos gerando uma apresentação mais divertida e menos burocrática, onde tais recursos acabaram atraindo a atenção dos estudantes (Melo et al, 2019; Justina e Ferla, 2006). Tais recursos foram de suma importância para os alunos entenderem de forma mais simples os complexos conteúdos relacionados a evolução (Almeida & Falcão, 2005). Apontando essa melhora principalmente nos temas de diferenças entre o homem e o chimpanzé, e também nas questões relacionadas ao crescimento do tamanho do cérebro humano. Onde os estudantes mostraram-se mais atentos a explicação, mais curiosos e mostraram maior predisposição a questionarem, resultados semelhantes foram obtidos por Melo et al (2019), no uso de recursos didáticos implementados no ensino da evolução. Nesses aspectos os modelos “a” (Crânio) e “b” (Garrafas Pet.) apresentaram os resultados mais expressivos. O modelo “c” (Medidor de Altura) acabou apresentando bons resultados, mas inferiores ao já citados, já o modelo “d” (Planisférios) apresentou resultados muito positivos em um ambiente com poucos alunos, mas um resultado não muito expressivo em apresentações com um número elevado de alunos, pois essa abundância de estudantes atrapalha a total visualização da prática.

8- CONCLUSÃO

Acerca do ensino da evolução é pertinente comentar como a maioria dos alunos apresentou deficiências a respeito do conteúdo prévio sobre evolução. Inicialmente a maior preocupação é o baixo número de alunos que tiveram esse conteúdo no ensino fundamental. Além desse fato o número baixo de acertos do 1º ano se comparado as demais séries, mostra que não só muitos alunos não têm evolução no ensino

fundamental, como quando tem apresentam de forma pouco profunda e substancial, atestando uma fragilidade enorme no aspecto do ensino evolucionista no ensino fundamental.

Observamos um alto número de alunos com conhecimentos relacionados ao neodarwinismo. Deste modo mostram que esses alunos já tiveram contato com a evolução seja na escola, ou mesmo em outros ambientes. Isso mostra que os alunos têm o conhecimento acerca do fato evolutivo, mas lhe faltam de forma geral conhecimento acerca de como a evolução acontece. Fazendo de suma importância uma melhor preparação de professores que estejam prontos para lhes ensinar tal conteúdo, desde o ensino fundamental até o ensino médio.

Com relação ao conteúdo como já foi previamente citado, de uma forma geral os alunos apresentaram déficits acerca de concepções básicas da evolução e evolução humana, com números altos de erros e/ou dúvidas referente aos temas. Pelo que se pode notar os discentes apresentam uma deficiência maior em entender que a evolução não é algo direcionado e muito menos guiado por algo ou alguém. Tal conceito parece não ser bem compreendido pelos alunos, implicando em uma outra grande deficiência. É a ideia de que a evolução busca a perfeição das espécies, e segundo essa ideia, o ser humano acabaria sendo o ápice evolutivo. Tal pensamento equivocado ainda é a ideia da maioria dos alunos.

Corrigir esses dois conceitos, mostrando aos alunos que a evolução não é guiada, direcionada, nem busca a perfeição e que não existe espécie perfeita ou ainda espécie mais evoluída que a outra. Parecem ser as concepções que mais necessitam de intervenções de maneira urgente para modificar tal pensamento.

Porém, é necessário afirmar também alguns aspectos positivos acerca dos discentes como o bom conhecimento prévio acerca de pontos específicos evolucionistas e uma boa concepção sobre alguns mitos da evolução. O fato da maioria entender que o homem não vem simplesmente do macaco e que, na verdade descende de um ancestral em comum e que a espécie humana não possui diferenças suficientes para ser dividido em raças biológicas, atesta que em algum momento esses mesmos discentes obtiveram um conteúdo com boa qualidade de conceitos básicos acerca da teoria evolucionista.

Sobre os recursos didáticos, o que foi observado é que quando tais recursos são bem planejados pelo professor, podem ser ferramentas de grande utilidade,

melhorando a capacidade de absorção de conteúdo por parte dos alunos, atizando sua curiosidade, chamando sua atenção e deixando o ambiente de aprendizagem mais alegre e divertido, menos enfadonho, mas também mais direto e ativo por parte dos estudantes.

Para tais recursos funcionarem de forma mais eficiente é necessário também um conhecimento acerca da eficácia e do método do uso de cada recurso, para formar um processo mais coeso. Como, por exemplo entender em quais situações tais recursos devem ser usados e em quais outros, um outro recurso deverá ser aplicado. Neste projeto, ficou a compreensão de que o recurso didático dos planisférios, deverá ser usado em turmas menores ou em uma divisão de turmas. Enquanto os outros recursos podem ser utilizados em ambas as situações. Durante este projeto observamos que os discentes apresentam vários erros em relação à teoria evolutiva, porém os pontos relacionados com a ancestralidade em comum com o chimpanzé e as raças humanas são dominados pelos alunos.

9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. V.; FALCÃO, J. T. da R. **A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar.** Ciência & Educação, 11,1,17---32. 2005.

ALTERS, B. J.; ALTERS, S. M. **Defendendo a evolução. Um guia para a controvérsia da criação/evolução.** 1. ED. Sudbury. Jones and Bartlett. 2001.

AMANO, H. (et al). **Virtual Reconstruction of the Neanderthal Amud 1 Cranium** . American Journal of Physical Anthropology. 158 (2): 185–97. 2015.

AMORIM, D. de S. **Fundamentos da Sistemática Filogenética.** 2. Ed. Ribeirão Preto: Holos, 2005.

ANDRADE, Larissa. **Estudo dos conteúdos da paleontologia nos livros didáticos do ensino médio indicados pelo PNLEM/MEC para o triênio 2008/2010.** 85f. Dissertação (Graduação em Biologia) – Universidade do Estado da Bahia, Campus VII, Senhor do Bonfim, 2009.

BAYRAKDAR, M. **Al-Jahiz e a ascensão da evolução biológica**. Islâmica trimestral. 1983

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R. & HARPER, J. L. **De indivíduos a ecossistemas**. 4. ED. Malden. Blackwell. 2006

BEGUN, D. R. **A Companion to Paleoanthropology**. Malden. Wiley-Blackwell. 2013.

BIDINOTO, V. M.; TOMMASIELLO, M. G. C. **Concepções de Futuros Professores de Ciências e Biologia sobre a Teoria da Evolução de Darwin**. CIAIQ2016. 2016

BONNER, J. T.; MAY, R. M. **The evolution of man, and selection in relation to sex / by Charles Darwin**; with an introd. By John Tyler Bonner and Robert M. May. 1 ED. Princeton. Princeton University Press. 1981

BOYD, R.; SILK, J. B. **How human evolved**. 3. ED. NEW YORK. WW Norton & Company. 2003

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. (3º e 4º ciclos do ensino fundamental). Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) – Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO MÉDIO: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.

BRIGGS, D. E. G.; CROWTHER, P. R. **Palaeobiology II**. 1 ED. Malden. Blackwell. 2008.

BROWNE, J. **Charles Darwin**. 2º vol. London: Knopf, New York and Jonathan Cape, 1995 – 2002.

BRUNET, M. ***Sahelanthropus* or ‘*Sahelpithecus*’?** Nature. Londres. 419, 582. Outubro. 2002.

BRUNET, M. (et al). **A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa.** Nature. Londres. 418, 145–15. Julho. 2002.

CALDINI, N. J. (et al.) **Biologia 2.** 9ª ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

CARTMILL, M.; SMITH, F. H. BROWN, K. **The human lineage.** 1 ED. Hoboken. Wiley-Blackwell. 2009.

CICILLINI, G. A. **A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do Ensino Médio:** a Teoria da Evolução como exemplo. Campinas, 1997. 283 p. Tese de doutorado – Doutorado em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 1997.

COBERN, W. W. **World view theory and 48voluti education research,** NARST Monograph n. 3. Manhattan, KS: National Association for Research in Science Teaching, 1991.

COSTA, Leandro de Oliveira; MELO, Paula Leite da Cunha; TEIXEIRA, Flavio Martins. **Evolução – Tensões e Desafios no Ensino Médio.** 2009. In Atas: VII ENPEC -Encontro de pesquisa em educação de ciência. Disponível em: <http://www.foco.fae.ufmg.br/pdfs/48.pdf>. Acesso: 20 de out. 2019.

DÁVID-BARRETT, T.; DUNBAR, R.I.M. **Processing power limits social group size: computational evidence for the cognitive costs of sociality.** Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences. 2013.

DÁVID-BARRETT, T.; DUNBAR, R.I.M. **Bipedality and Hair-loss Revisited:** The Impact of Altitude and Activity Scheduling. *Journal of Human Evolution.* 94: 72–82. 2016.

DeSALLE, R.; TATTERSALL, I. **Human Origins:** What Bones and Genomes Tell Us About Ourselves. Texas A&M University Anthropology Series. 13 (1st ed.). College Station, TX. 2008.

DOBZHANSKY, T. **Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution.** The American Biology Teacher, Vol. 35, No. 3. 125-129. 1973.

DUFRESNE, F.; HERBERT, P. D. N. **Hybridization and origins of polyploidy.** Proceedings: Biological Sciences. 258 (1352): 141–146. 1994.

EL-HANI, C. N.; BIZZO, N. **Formas de construtivismo: construtivismo contextual e mudança conceitual**. Ensaio e Pesquisa em Educação e Ciência. Belo Horizonte. 2002

FREIRE-MAIA, N. **Teoria da Evolução: de Darwin à Teoria Sintética**. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: EDUSP, 1988.

FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. 2ª ed. Tradução: M. Vivo. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPQ, 1992.

FUTUYMA, D. J. **Evolução, Ciência e Sociedade**. 2 ED. Tradução: M. Vivo. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPQ, 1998.

GIBBONS, A. **Bonobos Join Chimps as Closest Human Relatives**. Science. 2012

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GOTOH, T. (et al). **Host race formation in *Tetranychus urticae*: Genetic differentiation, host plant preference, and mate choice in a tomato and a cucumber strain**. Entomologia Experimentalis et Applicata (Submitted manuscript). 68 (2): 171–178. 1993.

GOULD, S. J. **The uses of heresy; an introduction to Richard Goldschmidt's The Material Basis of Evolution**. New Haven. Yale University Press.1982.

GUIMARÃES, A. S. A. **Racismo e Anti-racismo no Brasil**. 2. ED. São Paulo. Editora 34. 2005

HARRISON, R. G. **Book review**. Nature 411. 635 -636 p. 2001.

HEARD, E.; MARTIENSSEN, R. A. (2014). **Transgenerational epigenetic inheritance: myths and mechanisms**. Cell. 157. 95–109. 2014

HARING, M. (et al). **The role of DNA methylation, nucleosome occupancy and histone modifications in paramutation**. The Plant Journal. 63. 366–378. 2010.

HOEHNKE, K.; KOCH, V.; LUTZ, U. **O Objetivismo na Filosofia e na Metodologia do Ensino**. Lisboa, 2005.

IANNUZZI, R.; SOARES, M.B. **Teorias Evolutivas**. In: CARVALHO, I. S. (Ed.). Paleontologia. Rio de Janeiro: Interciência, cap. 5, p.61 – 81, 2000.

ITTYERAH, M. **Hand Preference and Hand Ability: Evidence from studies in Haptic Cognition**. John Benjamins Publishing. Pp. 37–38. 2013

JABLONKA, E. **Epigenetic inheritance and plasticity: The responsive germline**. Prog Biophys Mol Biol. 2012

JOHANSON, D.; EDEY, M. **Lucy, the Beginnings of Humankind**. St Albans: Granada.1981.

JUDSON, O. **The Monster Is Back, and It's Hopeful**. New York. The New York Times. 2008.

JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. **A utilização de modelos didáticos no ensino de genética – exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto**. Arquivos da Apadec, Maringá, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006.

KAPLAN, H. (et al). **A Theory of Human Life History Evolution: Diet, Intelligence, and Longevity** . Evolutionary Anthropology. 9: 156–185. 2000.

KEITA, S. (et al). **Conceituando variação humana**. *Nature Genetics* 36. S17-S20. 2004

KLEIN, S. **Survival of the Nicest: How Altruism Made Us Human and Why It Pays to Get Along**. 1 ED. The Experiment. 2014

KWANG HYUN, K. **Origins of Bipedalism**. Brazilian Archives of Biology and Technology. 58. 929–934. 2015.

LANGER, G. **Possible mathematical definitions of the biological term “breed”**. Archives Animal Breeding. 61, p. 229–243. 2018.

LICATTI, F. **O Ensino de Evolução Biológica no Ensino Médio: investigando concepções dos professores de Biologia**. Bauru, 2005. 240 p. Dissertação de mestrado – Mestrado em Educação para Ciência da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2005.

LIMA, C. P. **Evolução biológica: controvérsias**. São Paulo: Editora Ática, 1988.

LIMA, C. P. **Genética – o Estudo da Herança e da Variação Biológica**. São Paulo: Editora Ática, 1998.

LIPORINI, T. Q. **Concepção dos alunos de ensino médio sobre evolução biológica**. 2014. 47. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2014

MANNARINO, A.; FALCÃO, E. B. M. **Discursos Darwinista e Neodarwinista: o vínculo inesperado entre professores e bacharelados em Ciências Biológicas**. Abrpecnet. 2011

MARTINS, L. M. Pedagogia histórico-crítica e psicologia histórico-cultural. In:

MASRSIGLIA (Org.) **Pedagogia histórico-crítica: 30 anos**. Campinas – SP:

Autores Associados, 2011. P. 43-58.

MAYR, E. **Evolution**. Scientific American, v. 239, n. 3, p. 38-47, 1978.

MAYR, E. **o que é Evolução**. Tradução e prefácio de Ronaldo Sergio de Biasi e Sérgio Coutinho de Biasi. Rio De Janeiro. Rocco. 2001

M'CHAREK, A. **The Human Genome Diversity Project: An Ethnography of Scientific Practice**. Cambridge Studies in Society and the Life Sciences. Cambridge; New York: Cambridge University Press. 2005.

MELLO, Aline de Castilhos. **Evolução biológica: concepções de alunos e reflexões didáticas**. 115f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-graduação em educação em Ciências e Matemática, Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MELO, I. K. (et al). **O ensino aprendizagem de evolução biológica através de atividades lúdicas**. Encontro internacional de jovens investigadores. 6. ED. 2019

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: editora UNESP, 2005.

MONTGOMERY, W. M. **The Comparative Reception of Darwinism**. Chicago, Illinois: University of Chicago Press. 1988.

MORELL, V. **African origins: West side story**. Science. 1995

MORRIS, C. **Physiological race**. Academic Press Dictionary of Science and Technology. San Diego. Academic Press. 1992

MORRIS, J. R.; WU, C. T. **Genes, Genetics, and Epigenetics: A Correspondence**. *Science*. 293 (5532): 1103–1105. 2001.

MOTA, H. S. **Evolução Biológica e Religião: atitudes de jovens estudantes brasileiros**. 2013. 275p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MOURA, J. C. S.; SILVA-SANTANA, C. C. **A evolução humana sob a ótica do professor do ensino médio**. Metáfora educacional. N. 12. Dezembro. 2012

NEHM, R. H. **Faith-based 51volution education?** .Bioscience, vol. 56, n 8, 638-639, 2006.

NEVES, W. A. **E no princípio... era o macaco!**. Estudos Avançados. 2006

NEVES, W. A. (et al). **Assim caminhou a humanidade**. Ciência hoje. 2015

OGUNSEITAN, O. **Microbial Diversity: Form and Function in Prokaryotes**. Wiley-Blackwell. P. 13. 2004

OLEQUES, L. C. (et al). **Evolução biológica como eixo integrador no ensino de biologia**: concepções e práticas de professores do ensino médio. Abrapec. 2011

OLIVEIRA, G. S.; **Divulgação da cultura científica através da teoria da evolução biológica**. Revista Conexão UEPG, vol. 11, núm. 1, enero-abril, 2015, pp. 18-27.

OLIVEIRA, G. S.; BIZZO, N. **Aceitação da evolução biológica: atitudes de estudantes do ensino médio de duas regiões brasileiras**. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 11(1), 57-79. 2011.

OLIVEIRA, G. S.; BIZZO, N. **Ciência, religião e evolução biológica: atitudes de estudantes do ensino médio**. Encontro de Pesquisa em Educação. 2009.

ORSI, C. **O ensino da teoria da evolução no Brasil ainda está na Idade da Pedra**. Gazeta do povo. Julho. 2017

PAZZA, R. (et al). **Evolution: Education and Outreach**, v.3, p.107-113, 2010.

PENA, S. D. J.; BIRCHAL, T. S. **A inexistência biológica versus a existência social de raças humanas**: pode a ciência instruir o etos social?. Revista USP. N 68. 2006.

PONTZER, H. **Metabolic acceleration and the evolution of human brain size and life history**. Nature. 533 (7603): 390–392. 2016

PROTHERO, D. **Evolution: What the Fossils Say and Why It Matters**. Columbia University Press. P. 100. 2007

REIS, L. V. **O ensino de evolução biológica nos municípios de Senhor do Bonfim e Jacobina**. 50f. Monografia (Graduação em Biologia), Universidade do Estado da Bahia, Senhor do Bonfim, 2007.

RICHARD, P. **Environmental Hypotheses of Hominin Evolution**. American Journal of Physical Anthropology. 107: 93–136. 1998

RIDLEY, M. **Evolução**. 3ª ed. Tradução: Henrique Bunselmeyer Ferreira, Luciane Passaglia, Rivo Fisher. Porto Alegre: Artmed, 2006.

RAI, K. (et al). **Zebra Fish Dnmt1 and Suv39h1 Regulate Organ-Specific Terminal Differentiation during Development**. Molecular and Cellular Biology. 26 (19). 2006.

ROBERT, B. **Microarray analysis of a salamander hopeful monster reveals transcriptional signatures of paedomorphic brain development**. BMC Evolutionary Biology, 10: 199. 2010.

ROCKVILLE, M. D. **Study Identifies Energy Efficiency As Reason For Evolution Of Upright Walking**. ScienceDaily. LLC. July 17, 2007.

SANTOS, S. M. P. **O brincar na escola. Metodologia lúdico-vivencial, coletânea de jogos, brinquedos e dinâmicas**. 1. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

SANTOS, C.S., BIZZO, N.M.V. **O ensino e a aprendizagem de Evolução Biológica no cotidiano da sala de aula**. VII EPEB. USP. São Paulo. SP.2000.

SARICH, V.M.; WILSON, A.C. **Immunological time scale for hominid Evolution**. Science. 158 (3805): 1200–1204. 1967.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico Crítica – primeiras aproximações**. 11^o ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2011, 137p.

SCHOENEMANN, P. T. **Evolution of the Size and Functional Areas of the Human Brain**. Annual Review of Anthropology. 35: 379–406. 2006.

SENUT, B. (et al). **First hominid from the Miocene (Lukeino formation, Kenya)**. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Paris. 2001.

SEPULVEDA, C; EL-HANI, C. N. **Ensino de Evolução: uma experiência na formação inicial de professores de biologia**. 1. Ed. Campinas: Komedi, p. 21-45. 2009.

SHAPIN, S. **O show de Darwin**. *Novos Estud. --- CEBRAP*. 2010, n.87, pp. 159---179. 2010

SHREEVE, J. **The Evolutionary Road**. *National Geographic*. 2010.

SOCKOL, M. D.; RAICHLEN, D. A.; PONTZER, H. **Chimpanzee locomotor energetics and the origin of human bipedalism**. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 104 (30). 2007.

SOUZA, E. R. **O lúdico como possibilidade de inclusão no Ensino Fundamental**. Revista Motrivivência, v. .8, n. 9. 1996.

SOUZA, S. E. **O uso de recursos didáticos no ensino escolar**. GAV de Godoy Dalcolle. 2007.

STEARN, W. T. **The background of Linnaeus's contributions to the nomenclature and methods of systematic biology**. *Systematic zoology*. 1959.

TAVARES, Marina de Lima; MORTIMER, Eduardo Fleury; EL-HANI, Charbel Niño. **Argumentação em salas de aula de biologia sobre a teoria sintética da**

evolução. In Atas: VII Revista Metáfora Educacional (ISSN 1809-2705) – versão *on-line*, n. 13 (jul. – dez. 2012), Feira de Santana – BA (Brasil), dez./2012.

TEIXEIRA, P. **Aceitação da evolução biológica por alunos do ensino médio.** Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 6. ED. 2017

TIDON, R. **A teoria evolutiva de Lamarck.** Genética na Escola, Vol. 9, Nº 1, 2014.

TIDON, R. & LEWONTIN, R. C. **Teaching evolutionary biology. Genetics and Molecular Biology,** Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, SP, v. 27, n.1, p. 124---131. 2004.

VIEIRA, E. e VOLQUIND, L. **Oficinas de ensino. O quê? Porquê? Como?.** Porto Alegre: EDIPUCRS. 2002.

WALKER, P. M. B. **Race.** Chambers Dictionary of Science and Technology. Edinburgh / New Delhi: Chambers Harrap / Allied *Chambers*. 2004

WEI, Y.; SCHATTEN, H.; SUN, Q. Y. **Environmental epigenetic inheritance through gametes and implications for human reproduction.** Human Reproduction Update. 21 (2): 194–208. 2014.

WHITE, T. D. (et al). ***Ardipithecus ramidus* and the Paleobiology of Early Hominids.** Ciência. 326 (5949): 75–86. 2009.

WILSON, F. R. **The Hand How Its Use Shapes the Brain, Language, and Human Culture.** The New York Times. Pantheon Books. 2017.

10- APÊNDICE

10.1 APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO AO COLÉGIO E CURSO LUPAT

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
ÁREA DE GENÉTICA
PROJETO DE EXTENSÃO: " COMO CHEGAMOS AQUI: UM OLHAR SOBRE
A EVOLUÇÃO HUMANA"

Ao Sr(a) diretor do colégio Colégio e Curso Lupat,
CNPJ: 04.231.839/0001-02 Eu Felipe Henrique do Nascimento Silva CPF:
095.922.494-64, RG: 8.708.235 SDS/PE, natural de Recife-PE, graduando do
curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural
de Pernambuco, mat: 09592249464, venho por meio deste, solicitar
autorização para realização do questionário intitulado "Percepção de alunos
acerca da Evolução humana e princípios da Evolução" em anexo, sob minha
responsabilidade, sem cunho de divulgação científica ou para fins, a ser
utilizado de forma restrita para fins de Trabalho de Conclusão do Curso e/ou
monografia, resguardando informações acerca dos discentes participantes e
escola concedente, bem como o diretor responsável pela mesma, buscando
preservar a instituição, docentes e alunos.

Recife, 21 de OUTUBRO de 2019

10.2 APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO AO E.R.E.M. NÓBREGA

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
ÁREA DE GENÉTICA
PROJETO DE EXTENSÃO: " COMO CHEGAMOS AQUI: UM OLHAR SOBRE
A EVOLUÇÃO HUMANA"

Ao Sr(a) diretor do colégio E.R.E.M. Nóbrega,
CNPJ: 10.572.071/0375-42 Eu Felipe Henrique do Nascimento Silva, CPF:
095.922.494-64 ,RG:8.708.235 natural de Recife-PE, graduando do curso de
Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de
Pernambuco, mat: 09592249464, venho por meio deste, solicitar autorização
para realização do questionário intitulado "Percepção de alunos acerca da
Evolução humana e princípios da Evolução" em anexo, sob minha
responsabilidade, sem cunho de divulgação científica ou para fins, a ser utilizado
de forma restrita para fins de Trabalho de Conclusão do Curso e/ou monografia,
resguardando informações acerca dos discentes participantes e escola
concedente, bem como o diretor responsável pela mesma, buscando preservar
a instituição, docentes e alunos.

Recife, 09 de OUTUBRO de 2019

10.3 APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA DISCENTES

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

PROJETO DE EXTENSÃO: " Como chegamos aqui: um olhar sobre a evolução humana"

Percepção de alunos acerca da Evolução Humana e Princípios da Evolução

Assinale as alternativas e frases populares a seguir de acordo com os seus conhecimentos sobre o tema

1)Qual é a sua idade?

- a) 12 anos ou menos b) 13 c) 14-15 d) 16-17 e) 18-19

2) Qual é o seu ano escolar?

- a) 6° ano b) 7° ano c) 8°ano d) 9°ano
e) 1°ano EM f) 2°ano EM g) 3°ano EM

3) Em quais destes anos escolares você lembra de ter estudado o tema "evolução"? (mais de uma opção)

- a) 6° ano b) 7° ano c) 8°ano d) 9°ano e) 1°ano EM
f) 2°ano EM g) 3°ano EM h) Ensino Fundamental I i) Não me recordo

4) Você já ouviu falar sobre a teoria sintética da evolução?

- a) Sim b) Não c) Não me recordo d) Não sei opinar

5) “A evolução busca a perfeição das espécies.”

- a) Concordo b) Discordo c) Concordo Parcialmente d) Não sei opinar

6) “O ser humano veio dos macacos.”

- a) Concordo b) Discordo c) Concordo Parcialmente d) Não sei opinar

7) “O ser humano é a espécie mais evoluída.”

- a) Concordo b) Discordo c) Concordo Parcialmente d) Não sei opinar

8) “O ser humano pode ser dividido em raças biológicas.”

- a) Concordo b) Discordo c) Concordo Parcialmente d) Não sei opinar