

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

KARINA DIAS ALVES

**DESCONSTRUÇÃO DE MARGULIS DE UM PONTO DE VISTA DE POPPER:
REFLEXÕES SOBRE AS RELAÇÕES HOMEM-NATUREZA**

Maceió
2012

KARINA DIAS ALVES

**DESCONSTRUÇÃO DE MARGULIS DE UM PONTO DE VISTA DE POPPER:
REFLEXÕES SOBRE AS RELAÇÕES HOMEM-NATUREZA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas, como exigência para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho.

Maceió-AL
2012

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Helena Cristina Pimentel do Vale

A474c Alves, Karina Dias.

Desconstrução de Margulis de um ponto de vista de Popper: reflexões
Sobre as relações homem-natureza / Karina Dias Alves. Maceió – 2012.
82 f. : il., fots. color.

Orientador: Jenner Barreto Bastos Filho.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –
Universidade Federal de Alagoas, Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Ciências e Matemática, 2012.

Bibliografia: f. 68-74.

Apêndices: f. 75-82.

1. Ciência - Filosofia. 2. Educação. 3. Endossimbiose evolutiva.
4. Autonomia. I. Título.

CDU: 510:371.68

KARINA DIAS ALVES

**DESCONSTRUÇÃO DE MARGULIS DE UM PONTO DE VISTA DE
POPPER: REFLEXÕES SOBRE AS RELAÇÕES HOMEM-NATUREZA**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho
(Orientador – PPGECIM/UFAL)

Prof. Dra. Marina de Lima Tavares
FAE/UFMG

Prof. Dra. Ana Maria Queijeiro López
Instituto de Química e Biotecnologia – IQB/UFAL

Prof. Dra. Anamelea de Campos Pinto
Centro de Educação – PPGECIM/CEDU/UFAL

Maceió-AL
2012

AGRADECIMENTOS

A Deus, soberano e onipotente, que me deu o dom de viver e que sempre esteve ao meu lado.

À minha amável amiga e companheira Meire Fonsêca, pelas valiosas contribuições e ensinamentos, que me permitiram avançar em minha trajetória acadêmica e profissional. Sua alegria e entusiasmo, sempre presentes em nossas conversas, foram fundamentais para que eu conseguisse enfrentar e superar todos os desafios que surgiram nesta caminhada. Obrigada por acreditar em mim! E à sua querida mãe, D. Conceição, pelas sábias palavras e carinho atribuídos a mim durante todo este percurso.

Ao Professor Dr. Jenner Barretto Bastos Filho pela sua sabedoria, humildade e gentileza. Obrigada pelos momentos de diálogo e de muito aprendizado. Obrigada pela credibilidade necessária para que eu pudesse avançar mais um degrau profissional.

À minha linda família, especialmente aos meus pais, Maria Dias Alves e Senivaldo de Albuquerque Alves; aos meus irmãos, Karol, Karla Maryanna, Kelmanne, Klarissa e Kleber, pelo amor incondicional, carinho e compreensão.

À minha amiga Doris Lima, aos colegas do PPGECIM (Turma 2010), aos colegas do Lacen/AL (Candida Christofolletti, Adriana Holanda, Democleia Freire, Iraci Catão, Solange Góes, Diana Cavalcante, Ana Paula Brandão) pela força, por fazerem parte da minha vida.

A todos vocês, minha eterna gratidão.

Dedico este trabalho a todos os profissionais da educação que amam verdadeiramente a arte de ensinar e de proporcionar aos seus alunos momentos de aprendizagem, de reflexão em favor da igualdade, e essencialmente, em favor da liberdade, da criticidade e da valorização da vida micro e macrocós mica.

Planeta Terra

O planeta Terra tem 4,6 bilhões de anos.

Fazendo a conversão das escalas de tempo, vamos comparar a idade da Terra com a de uma pessoa com **46 anos de idade**:

- Até os **7 anos de idade**, nada se sabe da vida dessa pessoa “Terra”.
- Até os **42 anos de idade**, sabe-se muito pouco.
- Os dinossauros e os grandes répteis só apareceram quando a Terra já tinha **45 anos** completos.
- Os mamíferos entraram em cena nos últimos **oito meses**.
- Exatamente na metade da **última semana**, alguns macacos parecidos com o homem evoluíram para a situação de um homem parecido com os macacos.
- Três dias antes de completar **46 anos**, a Terra sofreu a última era glacial em todo o planeta.
- O homem moderno surgiu nas últimas **quatro horas**.
- Há apenas **uma hora** o homem descobriu a agricultura e se fixou a terra como sedentário.
- A revolução industrial ocorreu no **último minuto**.
- Nos **60 segundos seguintes**, o homem conseguiu transformar um paraíso num lixo.
- Multiplicou-se como uma praga em todas as regiões, causando a extinção de mais de 500 espécies de animais, devastando o planeta, à procura de combustíveis fósseis e riquezas minerais.
- Não medindo as consequências, como a criança que só enxerga a si própria, já inviabilizou muitas formas de vida. Agora está afetando todo o conjunto e prejudicando a si próprio.
- Há apenas alguns **poucos segundos**, parte da humanidade começou a perceber que o problema mais sério a ser resolvido é restabelecer a harmonia com a natureza.

(BRUNS, 2011)

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo precípua ensinar uma reflexão teórica sobre as relações Homem/Natureza. Ela se apresenta em diálogo com um artigo escrito sobre o mesmo tema, mas diferentemente estruturado. A dissertação e o artigo correspondente constituem juntos na base teórica para gerar um produto educacional constituído por um *blog*, aplicável em situações de ensino concernentes tanto ao ensino médio quanto aos primeiros anos do ensino superior. São contempladas tanto situações de ensino formais quanto informais. A presente reflexão sobre as relações Homem/Natureza parte de um confronto, por nós proposto, entre a adoção preponderantemente antropocêntrica de Popper e a desconstrução desta por Lynn Margulis. Esta desconstrução ensina um conflito entre universos distintos de critérios. São exploradas também as relações de comensurabilidade/incomensurabilidade dos universos conceituais de ambas as adoções como: *dignidade*, *discussão crítica* e *razão*, por um lado, e, *tempo de experiência evolutiva*, *versatilidade bioquímica* e *importância bacteriana para a biota*, por outro. Como um dos resultados importantes desta reflexão, ressalta-se que tanto a desconstrução marguliana quanto a desconstrução da desconstrução desta não podem prescindir da autorreferência antropocêntrica. Portanto, dignidade e autonomia revelam-se como categorias centrais deste confronto. Racionalidade, linguagem e educação são emergências concernentes ao mundo sócio cultural. Este estudo se insere nos campos articulados da Filosofia, das Ciências Naturais e Sociais e da Educação. Para tal, procede-se a uma interlocução com autores de diversificadas lavras intelectuais.

Palavras-chave: Racionalidade. Educação. Endossimbiose Evolutiva. Conjecturas e Refutações. Dignidade. Tentativas e Erros. Crítica. Autonomia.

ABSTRACT

The central objective of this work consists of giving rise to a theoretical reflection on the relationships involving Man and Nature. It constitutes also a dialogue with a previously written paper on the same subject. Both, this work and the corresponding paper, give rise to an educational product consisting of a blog. This emerging product can be applied to several teaching situations for high school and university levels. Formal and informal situations are included. The starting point here concerns the confrontation between a predominantly anthropocentric adoption due to Popper and the deconstruction of it by Lynn Margulis. This deconstruction gives rise to a conflict involving different universes of criteria. In this paper is also explored the possible incommensurability implied by the conceptual universes represented by categories like: *dignity*, *critical discussion* and *reason* on the one hand, and *time of evolutionary experience*, *biochemical versatility* and *importance of the bacteria for the biota*, on the other. This reflection leads to the result according to which both, Margulian deconstruction as well as the deconstruction of the deconstruction of her point of view, do not constitute an overcome of the self reference. Therefore, the dignity and autonomy appear as central categories of this confrontation. Rationality, language and education are emergencies concerning the socio cultural world. This study entails an articulated confluence of the fields of Philosophy, Natural and Social Sciences and Education. Several authors are invited to participate of this dialogue.

Keywords: Rationality. Education. Evolutionary Endo-symbiosis. Conjectures and Refutations. Dignity. Trial and Error. Critical. Autonomy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Habitates.....	18
Figura 2 – “Protoza in Real Time”	23
Figura 3 – Representações de uma Pirâmide Evolutiva.....	30
Figura 4 – Representação da ideia de Contrato Natural e Contrato Sócio-educacional.....	42
Figura 5 – Caniço Pensante.....	44
Figura 6 – "Metamorphose II".....	52

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	10
1	DIVERSIDADE BIOLÓGICA: INTERCONEXÕES AMBIENTAIS.....	18
1.1	Procariotas x Eucariotas: simbiose e versatilidade.....	18
2	O SER ANTROPOCÊNTRICO MEDIADOR DA SOBREVIVÊNCIA BIOLÓGICA.....	35
3	A IDEIA DO CORDÃO/RAIZ, DA SÓCIO INTERAÇÃO: O VÍNCULO DA VIDA HUMANA COM A NATUREZA NA LINHA NATURAL E SOCIAL.....	43
4	O PRODUTO.....	57
4.1	Fundamentação Teórica.....	57
4.2	O Produto – arte, design, comunicação e o ensino de Ciências.....	58
4.2.1	Parte 1 – “ <i>Brainstorm</i> ” como fonte de inquietude cerebral.....	60
4.2.2	Parte 2 – A arte como inspiração para conjecturas e refutações.....	60
4.2.3	Parte 3 – A Pedagogia de Projetos articuladora da sócio interação.....	62
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
	REFERÊNCIAS.....	68
	ANEXOS.....	75

INTRODUÇÃO

O Ensino, dantes constatado como descontextualizado e compartimentalizado, perde seu espaço para a nova realidade baseada na contextualização, impulsionadora da interdisciplinaridade, do raciocínio e da capacidade de aprender (SANTOS e MANGA, 2009). Os modelos prontos são ineficientes, para a realidade atual, o que exige uma contínua reflexão sobre as propostas metodológicas adotadas (PERRENOUD, 2002). A reflexão, a ousadia de pensar, criar e a alteridade, perfazem a arte de ensinar, de coexistir e de reconstruir-se.

A adoção de posturas observadoras e reflexivas contribui para o amadurecimento e a conquista da autonomia intelectual. Vestir-se de aprendiz é permitir uma desconstrução. O ser humano independentemente da cultura deve rever atos, ampliar e reeducar o pensamento, estruturar a linguagem, interagir com os demais, conceber a lógica e a argumentação, revelar a nobreza da sua racionalidade e atingir a sabedoria e a ética comunicativa quando se reveste da armadura de aprendiz. Desconstruir-se é o primeiro passo para evoluir e adaptar-se, ensejando aprender a conviver junto com outros humanos e não humanos.

Fatores ambientais, sociais e culturais, condensados na função da linguagem, são fundamentais para os processos de desenvolvimento e aprendizagem. O homem é um ser capaz de aprender com o outro por meio da linguagem que organiza e dá sentido à experiência compartilhada. As inter-relações convergem para o aprendizado entre quem aprende e quem ensina em relação ao objeto de aprendizagem ¹ (LAPLANE e BATISTA, 2008).

Deste modo, é recomendável uma desconstrução de ideias pré-concebidas baseada na construção histórico-filosófica do conhecimento considerando o exercício do pensamento crítico-científico. Por construção histórico-filosófica entende-se muito mais a reconstrução racional cuidadosa e atenta aos perigos de

¹ É evidente que este processo se faz numa via de mão dupla, ou seja, quem aprende ensina e quem ensina também aprende.

anacronismos do que uma história propriamente dita no viés do historiador *Stricto sensu*². Os questionamentos devem se dar à luz de uma rede de teorias que se adéquem ao problema que se proponha. A apreciação de condutas éticas também deve desempenhar papel de fundamental importância. Respostas, notadamente aquelas ensejadas por teorias científicas, devem ser passíveis de refutação³.

Neste contexto, objetivamos a elaboração de três peças em duas instâncias imediatamente sucessivas. Em primeira instância, temos a intenção de construir as duas primeiras peças que constituem, a saber: uma dissertação que sistematize uma reflexão teórica sobre as relações HOMEM/NATUREZA e, contrapontada com esta dissertação, um artigo sobre o tema escolhido. Ambas as peças desta primeira instância contém o conjunto articulado de referenciais teóricos nos campos da filosofia, das ciências biológicas, físicas, sociais, e também no campo da educação, conjunto este que nos permite ensinar a elaboração, em uma segunda instância, da terceira peça que consiste na feitura de um produto educacional – aplicável em sala de aula e também em situações informais de ensino – que no nosso caso específico será um blog a ser recorrentemente alimentado. A terceira peça, elaborada na segunda instância de nosso trabalho, será passível de aplicação nos contextos do nível médio e dos primeiros anos do nível superior.

Assumimos como propósito que o produto acima referido deve se constituir numa emergência didaticamente simplificadora a partir da reflexão teórica ensejada tanto na dissertação quanto no artigo.

O problema escolhido para ser desenvolvido no curso da dissertação se insere numa reflexão teórica sobre o campo das complexas relações HOMEM/NATUREZA. Temos a intenção de estudar criticamente a Teoria da Endossimbiose Evolutiva de Lynn Margulis, principalmente no que concerne à reivindicada inversão à *la* Derrida da “pirâmide” majoritariamente aceita acerca da importância atribuída aos seres – bactérias – que compõem a diversidade biológica.

² Ao redigir um estudo de um caso histórico é conveniente que se adote o seguinte procedimento: a) faz-se uma reconstrução racional; b) tenta-se cotejar essa reconstrução racional com a história real e criticar tanto a reconstrução racional por falta de historicidade quanto a história real por falta de racionalidade. Dessa maneira, todo estudo histórico deve ser precedido de um estudo heurístico: “a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega” (LAKATOS, 1979, p. 169).

³ Pelo critério da refutabilidade/falseacionismo de Popper, somente é científico aquilo que ensinar potenciais refutadores do que se afirma.

Margulis e Sagan (2002) argumentam que a autoatribuição humana do epíteto *Homo sapiens sapiens* (homem que sabe que sabe, ou seja, que tem consciência de sua própria atividade cognitiva consciente) não passa de mera arrogância endógena. Ao se mudar o critério classificatório elegendo-se categorias conceituais como a importância para a Biota, Margulis e Sagan (2002) consideram que as bactérias são muitíssimo mais importantes do que a espécie humana. As bactérias, seres procariontes, seriam essenciais para a manutenção e evolução da Biota, enquanto estas poderiam passar muito bem sem a existência da espécie humana. Se, além da importância para a Biota, aduzíssemos mais dois critérios, ou seja, a versatilidade bioquímica das bactérias e a escala de tempo de sua provável existência como da ordem de 4 bilhões de anos, comparada com a cifra de apenas um milhão de anos referentes à existência de nossos ancestrais mais aparentados, então a inversão à *la Derrida* se justificaria plenamente segundo Margulis e Sagan (2002).

No entanto, esta perspectiva, à primeira vista, contrasta flagrantemente com outra no campo da Filosofia da Ciência, ensejada pela filosofia do racionalismo crítico de Popper. Segundo um bem conhecido excerto de Popper, todos os organismos *da ameba a Einstein* praticam o método cognitivo das *tentativas e erros*^{4, 5}. Duas observações já podem ser feitas quando se confronta a “pirâmide” de Popper, que coloca no vértice um membro ilustre da espécie humana, com a “pirâmide” de Margulis e Sagan para a qual o vértice passa a corresponder às bactérias. A primeira de tais observações é a da própria e radical inversão. A segunda diz respeito à colocação por Popper no vértice de sua “pirâmide” de um membro masculino da espécie humana: Einstein. Em primeira aproximação, o sexo

⁴ “O método das *tentativas e erros* não se identifica simplesmente com o método crítico ou científico – o processo de conjecturas e refutações. O primeiro é empregado não só por Einstein, mas, de forma mais dogmática, pela ameba; a diferença reside não tanto nas tentativas, mas na atitude crítica e construtiva assumida com relação aos erros. Erros que o cientista procura eliminar, consciente e cuidadosamente, na tentativa de refutar suas teorias com argumentos penetrantes – inclusive o apelo aos testes experimentais mais severos que suas teorias e engenhos lhes permitem preparar” (POPPER, 1982, p. 81). (*grifo nosso*)

⁵ Vejamos agora, a fim de que o leitor possa cotejar o texto correspondente da edição em língua inglesa, a mesma citação: “*The method of trial and error is not, of course, simply identical with the scientific or critical approach with – the method of conjectures and refutation. The method of trial and error is applied not only by Einstein but, in a more dogmatic fashion, by the amoeba also. The difference lies not so much in the trials as in a critical and constructive attitude towards errors; errors with the scientist consciously and cautiously tries to uncover in order to refute his theories with searching arguments, including appeals to the most severe experimental tests with his theories and his ingenuity permit him to design*” (POPPER, 1989, Cap. 1, Seção VII, p. 52).

de quem quer que seja colocado no topo não vem ao caso, se pertencente ao gênero masculino ou ao feminino, pois em qualquer dos casos é a espécie humana a ser contemplada. Independentemente de quem seja colocado no topo, se Einstein, Leonardo da Vinci, Picasso, Hipácia, Marie Curie, Emmy Nöther ou qualquer outro membro destacado da espécie humana, o argumento não se invalida. Numa segunda aproximação, essa discussão virá à tona como enriquecimento da dissertação e do produto em meta.

É necessário, contudo, afirmar que segundo Popper o método das *tentativas e erros* praticado por toda a diversidade biológica não coincide, propriamente, com o método científico. Se este fosse considerado como científico, então nada mais justo seria que atribuir às bactérias o *status* de cientistas. Mas este não é o caso. O método científico requer ir além do simples âmbito do processo recursivo ensejado pelo mero binômio *tentar/errar*.

O *tentar/errar* para ser mais efetivo requer a eleição de critérios que fazem da simples escolha a esmo, em princípio uma escolha repleta de infinitas possibilidades, saltar para apenas algumas delas a fim de que essas ensejem êxito. Essas “*algumas possibilidades restringidas*” ainda podem ser muitíssimas e deste modo ter-se-á a necessidade de contrapor critérios a critérios em um processo eternamente recorrente que pode se chamar de *discussão crítica* ou *discussão racional* ou ainda *discussão racional crítica*. A crítica neste contexto é o apanágio da racionalidade ou da racionalidade científica.

Portanto, asseveramos, seguindo a linha de Popper, que o *método científico* adiciona a *crítica* ao método das *tentativas e erros* e o transforma no assim chamado método das *conjecturas e refutações*. Neste contexto, requer-se ousadia e audácia para se conjecturar e austeridade para se refutar.

Neste ponto, esta dissertação também proporciona uma discussão sobre a temática filosófica da construção crítica do processo de ensino-aprendizagem, do pensamento e da linguagem ao lançar mão da teoria sócio-interativa de Vigotski. Vamos trazê-la para o âmbito da discussão das relações HOMEM/NATUREZA. Ensinar a pensar exige estar ciente do processo de aprender.

A temática deste estudo aponta para uma discussão sobre o pensamento ambiental, a conduta antropocêntrica, a ética, a dignidade, os valores e a responsabilidade sócio-educativa. Para tanto, trazemos alguns questionamentos: Qual o reflexo da conduta antropocêntrica sobre o sistema interativo homem-natureza-ambiente? A inversão da “pirâmide” à *la* Derrida proposta por Margulis e Sagan não comprometeria a conduta antropocêntrica sobre o sistema interativo homem-natureza-ambiente? Quais as contribuições de estudiosos, filósofos, cientistas para a organização de um pensamento crítico-científico sobre a dignidade da diversidade biológica e as relações entre o mundo natural e o mundo cultural?

Partindo desta temática o Objetivo Geral desta dissertação é o de ensinar uma reflexão crítica, aplicável no âmbito do Ensino Médio e nos anos iniciais dos Cursos de Licenciatura em Biologia e Física do Ensino Superior, sobre o estatuto (*status*) ontológico e epistemológico do Homem nos contextos da diversidade biológica bem como da diversidade de seres não vivos que compõem a Natureza.

O nosso ponto de partida é a exploração do confronto dos pontos de vista de Popper, por um lado, e de Margulis, por outro, autores esses que atribuem estatutos diferentes à importância do Homem no contexto da Natureza.

Como Objetivos Específicos, buscamos:

1. *Refletir sobre as teorias do conhecimento e da natureza à luz de Karl Popper e Lynn Margulis.*
2. *Refletir sobre a dignidade dos seres que compõem a diversidade biológica, estudar aspectos da transição animalidade/humanização à luz de um diálogo recorrente com pensadores racionalistas e ambientais, notadamente no que concerne à abordagem Kantiana e à ideia sócio-interativa de Vigotski.*
3. *Construir um produto educacional para reflexão – aplicável em situações formais e informais de ensino – sobre o sistema interativo homem-natureza-ambiente, com arte e ética comunicativa e que atenda à liberdade dos métodos cognitivos.*

A relevância deste estudo reside nas suas potencialidades de proporcionar reflexões sobre as consonantes relações entre o *Homo sapiens sapiens* e a

natureza viva, a dignidade da vida, a responsabilidade social, as relações entre o mundo natural e cultural, buscando contribuir para o redimensionar da prática pedagógica de professores do Ensino Médio e dos anos iniciais dos Cursos de Licenciatura em Biologia e Física do Ensino Superior e, subsidiar discussões acerca do pensamento ambiental e educacional na linha interdisciplinar do ensino-aprendizagem na área das Ciências Biológicas, Químicas, Físicas e Sociais.

Considerando a importância da construção do conhecimento de uma forma dinâmica, respaldada e associada ao posicionamento crítico e reflexivo, com ênfase na apreciação atenta sobre os aspectos simbióticos das relações entre HOMEM/NATUREZA, a estrutura deste trabalho se apresenta da seguinte forma: no primeiro capítulo – **Diversidade Biológica: Interconexões Ambientais** – proporcionamos uma discussão sobre a capacidade autotrófica e heterotrófica dos seres vivos, a capacidade bacteriana de resistir a ambientes inóspitos, sua versatilidade bioquímica, os processos de reprodução bacteriana e humana, e, a proposta de inversão da “pirâmide” à *la* Derrida. Para tanto, utilizamos a abordagem Popperiana e as considerações evolutivas de Lynn Margulis e Dorian Sagan; tratamos sobre as *tentativas e erros* dos microrganismos na manutenção do equilíbrio das cadeias alimentares, sobre as concepções conservacionistas e preservacionistas e a complexidade das suas inter-relações; e, buscamos evidenciar de forma crítica o obstáculo representado pela filosofia essencialista de Platão para o desenvolvimento das ideias evolucionistas, tal como aponta Ernst Mayr⁶.

No segundo capítulo – **O Ser Antropocêntrico Mediador da Sobrevivência Biológica** – consideramos também a ideia de Morin (2006) segundo a qual “o ser humano traz em si multiplicidades interiores, personagens quiméricos, uma poliexistência no real e no imaginário, na obediência e na transgressão”. Argumentamos que é este homem, quem é capaz de entender a necessidade das intervenções racionais e de compreender sua diversidade na unidade biológica.

⁶ “[...] gostaria de citar pelo menos as três causas principais da oposição ao pensamento evolucionista: 1) antes de tudo, a adesão à ideia da criação enunciada no Gênesis; 2) consequentemente, a crença difundida em um mundo de aparecimento recente de não mais do que seis mil anos, período muito breve para permitir transformações evolutivas; 3) Enfim, a filosofia do essencialismo, segundo a qual a realidade do mundo é constituída de essências fixas e descontínuas” (MAYR, 1982, p. 63).

O terceiro capítulo – **A Ideia do Cordão/Raiz, da Sócio interação: O Vínculo da Vida Humana com a Natureza na Linha Natural e Social** – traz o processo endossimbiótico das relações HOMEM/NATUREZA e a importância do poder humano de entender, ensinar e aprender na linha natural de Michel Serres e da teoria sócio interativa de Lev Vigotski. Neste capítulo, compartilhamos da ideia de utilizar o exercício da crítica para: 1) proporcionar discussões interdisciplinares e reflexivas sobre a dignidade da vida, a construção do pensamento humano e a linguagem racional; 2) explorar a importância da refutabilidade ao longo do fazer científico e do pensamento ambiental; 3) avaliar a dinâmica de tentativas e erros para a evolução da aprendizagem vinculada ao ensino das Ciências.

Por fim, temos como propósito ensejar conexões críticas que envolvam a dignidade humana e a dignidade dos seres que compõem a Biota, refletindo sobre a relação entre o mundo natural e o mundo cultural. Neste contexto, a educação se constitui um elo indispensável entre a construção de novos valores e aspectos cognitivos relevantes. O maior desafio consiste em transformar toda esta discussão numa linguagem pedagogicamente satisfatória para ser utilizada na elaboração de um produto didático, apresentado no capítulo IV, que enseje nos jovens estudantes o aguçamento de sua sensibilidade, o exercício da discussão crítica e a aventura cognitiva na direção da interdisciplinaridade.

1 DIVERSIDADE BIOLÓGICA: INTERCONEXÕES AMBIENTAIS

Inicialmente trazemos à baila algumas informações biológicas que ressaltam considerações evolutivas sobre seres procariontes e eucariontes, com o intuito de proporcionar discussões acerca da desconstrução proposta por Lynn Margulis e da visão antropocêntrica de Popper.

1.1 Procariotas x Eucariotas: simbiose e versatilidade

Os seres procariontes unicelulares são dotados de versatilidade química⁷ e de consideráveis capacidades adaptativas^{8, 9} que contribuem decisivamente para a “nobreza” da diversidade biológica¹⁰. Conhecidos pelo seu poder de recombinação e simbiose foram capazes de se conservar ao longo de bilhões de anos, de se preservarem efetivamente contra agressões ambientais e de se reproduzirem, expondo a individualidade, a singularidade e a independência em relação a outros seres (MARGULIS e SAGAN, 2002).

Para visualizarmos a capacidade bacteriana de adaptação a Figura 1 – “Habitates” esquematiza possíveis ambientes ou áreas de extrema adversidade à

⁷ “Uma bactéria crescendo numa solução salina contendo um tipo simples de fonte de carbono, como a glicose, deve fazer um grande número de reações químicas [...]. Essas reações são catalisadas por centenas de enzimas que trabalham em cadeias de reações, fazendo com que o produto de uma reação sirva de substrato para a próxima reação; tais “cadeias” enzimáticas são denominadas rotas metabólicas” (ALBERTS, *et al.* 1994, p.13).

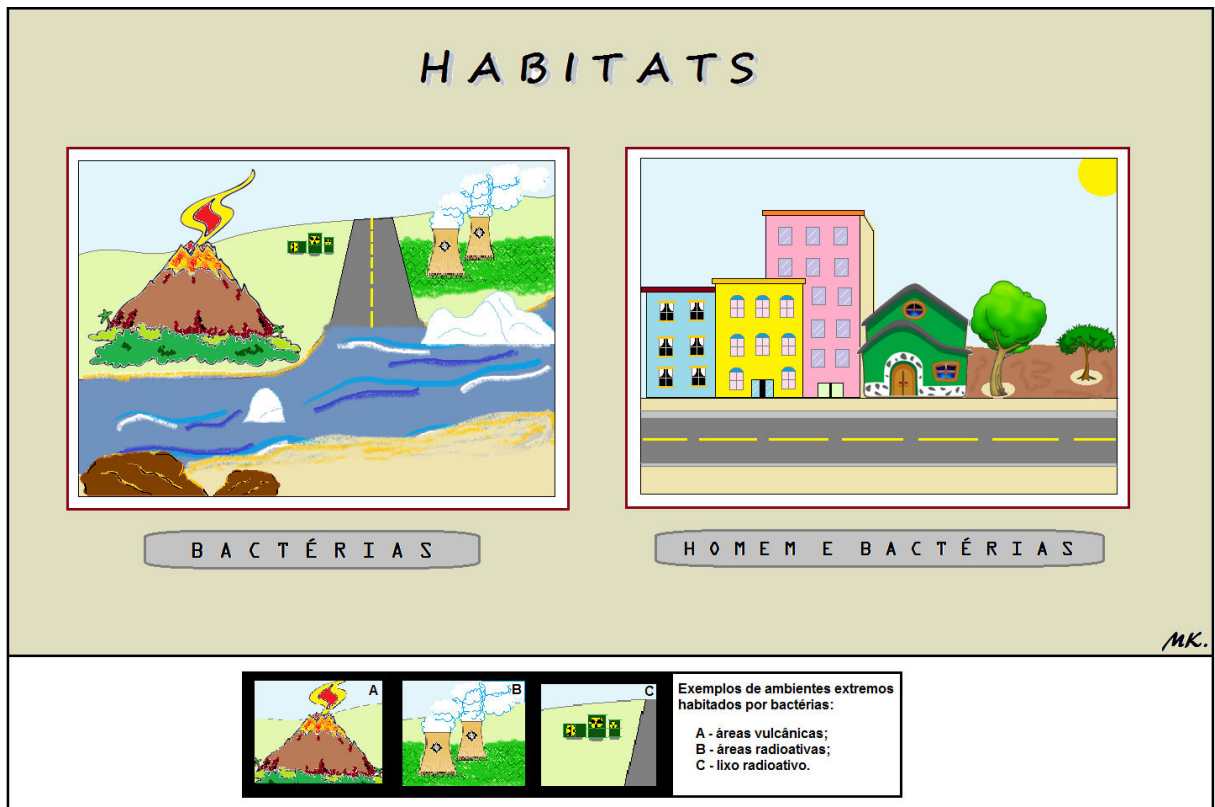
⁸ “Na natureza, as bactérias vivem em uma enorme variedade de nichos ecológicos e mostram uma riqueza correspondente na sua composição bioquímica básica. [...] as *eubactérias*, que são os tipos comuns encontrados na água, solo e organismos vivos maiores; as *arqueobactérias*, que são encontradas em ambientes realmente inóspitos, como os pântanos, fontes termais, fundo de oceanos, salinas, vulcões, fontes ácidas, etc” (ALBERTS, *et al.*, 1994, p.13).

⁹ “*Las bacterias no solo son las formas de vida más antiguas, sino también las más abundantes. [...] Están presentes en casi todos los ecosistemas, acuáticos y terrestres, fríos e cálidos, ácidos, alcalinos e neutros, y cumplen una función clave en los ciclos biogeoquímicos. [...] conviven con otros organismos en el tubo digestivo de insectos, moluscos o mamíferos, en la cavidad oral, las vías urogenitales y respiratorias de mamíferos o en la sangre de vertebrados. También se alojan en órganos luminiscentes de peces y persisten largos tiempos asociadas con raíces e tallos de plantas, con hongos (líquenes) y protozoos*” (CURTIS, *et al.*, 2006, p. 341 e 344).

¹⁰ “Organismos unicelulares, como as bactérias e os protozoários, tiveram tanto sucesso em se adaptar aos mais variados tipos de meios que hoje abrangem mais da metade da biomassa existente no planeta. Diferentemente dos animais, a maioria desses organismos pode sintetizar todas as substâncias necessárias, a partir de nutrientes simples quimicamente [...]” (ALBERTS, *et al.*, 1997, p. 26). Protozoários não são seres procariontes, mas, segundo os autores, apresentam grande versatilidade química.

sobrevivência humana, bem como evidencia aspectos comparativos entre o habitat do homem. A figura nos convida a contemplar a versatilidade bioquímica bacteriana.

Figura 1 – Habitats



Fonte: FONSÊCA, 2012.

O domínio *Eubacteria*¹¹ do qual fazem parte as bactérias, unicélulas procarióticas, possui representantes: a) autotróficos e heterotróficos quanto à capacidade de transformação metabólica energética, sendo, respectivamente, capazes de produzir o seu próprio alimento e, incapazes de produzir o alimento; b)

¹¹ “[...] la secuenciación de moléculas presentes en todos los organismos que cambian a tasas extremadamente bajas, como la subunidad pequeña del rRNA, llevó al microbiólogo estadounidense Carl Woese y a sus colaboradores a la construcción de un árbol filogenético único en el cual se diferencian tres linajes evolutivos principales. Woese propuso una nueva categoría, el dominio [...]. Los tres dominios constituyen grupos monofiléticos y se denominan Eubacteria, Archaea y Eucarya” (CURTIS, et al., 2006, p. 339).

aeróbios, anaeróbios facultativos e anaeróbios obrigatórios, quanto à utilização ou não de oxigênio nos processos respiratórios ¹².

As bactérias são constituídas morfológica e estruturalmente por uma parede celular composta por peptidoglicanos que lhes confere proteção e, logo abaixo desta, uma membrana plasmática ^{13, 14}; aquelas dotadas de cápsula proteica, acima da parede celular, sugerem elevado nível de patogenicidade e capacidade adaptativa. No fluído citoplasmático bacteriano, em uma região denominada nucleóide, desprotegida de cariomembrana ou envoltório nuclear ^{15, 16}, encontram-se o ácido desoxirribonucleico (DNA) circular não associado a proteínas do tipo histonas e os plasmídeos, fragmentos de DNA. Para Karp (2005, p. 11) “o citoplasma das células procariotas é essencialmente desprovido de estruturas membranosas”; das poucas organelas presentes no organismo procarionte, destacam-se os ribossomos, não membranosos compostos por ácido ribonucleico (RNA) ribossômico e proteínas; e os mesossomos, porções invaginadas da membrana plasmática com riqueza enzimática, responsável pelo processo respiratório destes organismos (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2005).

Primitivamente, as células procarióticas poderiam ser consideradas apenas como aglomerados químicos que interagem metabolicamente entre si.

¹² “[...] evidências geológicas sugerem que houve mais de um bilhão de anos de intervalo entre o aparecimento das cianobactérias (primeiros organismos a liberar o oxigênio como parte do seu metabolismo) e o período em que grandes concentrações de oxigênio começaram a se acumular na atmosfera. [...]” (ALBERTS, *et al.*, 1997, p. 17).

¹³ A membrana plasmática apresenta o Modelo de Mosaico Fluido proposto por Singer e Nicholson (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2005), uma bicamada lipídica recheada de proteínas integrais e periféricas responsáveis pelo trânsito intercelular.

¹⁴ “Todas as células hoje existentes, são delimitadas por uma membrana plasmática, consistida de moléculas anfipáticas – a maioria fosfolípidios – em tal configuração. Na membrana celular a bicamada lipídica também contém proteínas anfipáticas” (ALBERTS, *et al.*, 1997, p. 10).

¹⁵ “O material genético das células procariotas está presente em um **nucleóide**: uma região pobremente demarcada da célula que não tem membrana limitante para separá-lo do citoplasma ao redor. Ao contrário, as células eucariotas possuem um núcleo: uma região limitada por uma estrutura membranosa complexa chamada *envoltório nuclear*. Essa diferença na estrutura nuclear é a base dos termos procarioto (*pro*=antes, *karyon*=núcleo) e eucarioto (*eu*=verdadeiro, *karyon*=núcleo)” (KARP, 2005, p. 9).

¹⁶ “En las células procariontes (“antes de um núcleo”), el material genético es una molécula grande y circular de DNA a la que están débilmente asociadas diversas proteínas. Está ubicado en una región definida llamada nucleóide y carece de una membrana que lo rodee. En las células eucariontes, por el contrario, el DNA es lineal e está fuertemente unido a proteínas. Está rodeado por una doble membrana, la envoltura nuclear, que lo separa de los otros contenidos celulares en un núcleo bien definido (aquí, Del griego, eu, significa “buen” y karyon, significa “núcleo” o “centro”)” (CURTIS, *et al.*, 2006, p. 21).

Consideraríamos ainda que a composição química da vida, à base de Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Enxofre e Fósforo ¹⁷, teria alto poder de modificar ligações químicas entre si, num movimento contínuo, eletroquímico e dinâmico. Neste contexto evidenciamos a teoria pré-biótica e os processos de entropia ambiental, justificados evolutivamente.

As bactérias primitivas aeróbias, de acordo com a Teoria Endossimbiótica de Lynn Margulis, viveram intimamente associadas “com outros seres e dentro de outros seres”.

E, para contemplar as ideias até então apresentadas pontuamos alguns trechos de Ujvari (2003) que exemplificam as tentativas dos micros seres procariontes em demonstrar o seu potencial adaptativo ¹⁸:

“[...] a bactéria *Thiobacillus comcretivorus* que produz ácido sulfúrico no qual prolifera sem dificuldade. É inacreditável que esse mesmo meio em que o *Thiobacillus* se desenvolve seja tão ácido quanto aquele que dissolve até metais. [...] O Mar Morto foi assim denominado porque sendo improvável que um ser vivo se mantivesse em suas altas concentrações de sal, esse mar seria um reservatório de águas salinas praticamente estéreis. [...] foram encontradas formas vivas capazes de se reproduzir nas altas concentrações salinas dessas águas, como o *Holobacterium halobium*. [...] Tanques de lixo nuclear não são estéreis; descobriu-se nele o *Micrococcus radiophilus* que se alimenta de urânio e plutônio e se multiplica nas doses de radiação que seriam letais para qualquer outra forma de vida” (UJVARI, 2003, p. 13).

Considerando a Teoria Endossimbiótica ^{19, 20, 21} de Lynn Margulis e fazendo um contraponto entre bactérias e seres humanos, diremos que uma pausa

¹⁷ Carbono, nitrogênio e oxigênio são elementos que constituem ligações químicas resistentes. Fósforo e enxofre são elementos singulares, com grande versatilidade química. Alguns fosfatos são importantes no processo de transformação e distribuição de energia química (CAPRA, 2002).

¹⁸ “[...] Uma espécie de bactéria tem sido encontrada recentemente em poços, mais de mil metros abaixo da superfície da Terra, vivendo em rochas basálticas e hidrogênio molecular (H₂) produzido por reações inorgânicas” (KARP, 2005, p. 12).

¹⁹ “Hace 30 años, la investigadora estadounidense Lynn Margulis propuso la “teoría de la endosimbiosis (endo significa interno y simbionte se refiere a la relación de beneficio mutuo entre dos organismos) para explicar el origen de algunas organelas eucariontes, en especial las mitocondrias y los cloroplastos. [...] Recientemente, biólogos moleculares demostraron que ciertos genes mitocondriales tienen el mismo origen evolutivo que genes de organismos procariontes” (CURTIS, et al., 2006, p. 21).

²⁰ “Os primeiros componentes das corporações celulares a revelar indícios das suas origens foram as mitocondrias. [...] Por causa das mitocondrias, o metabolismo de todos os seres terrestres constituídos de células com núcleo é bastante semelhante. [...] Esses e outros sinais reforçam a

questionadora nos estimula à curiosidade e nos convida a uma reflexão pontual: Como seres tão simples estariam na base alicerçadora da vida, e, ao mesmo tempo se apresentariam no topo da “pirâmide” evolutiva? As bactérias, como independentes desafiadoras da sua própria condição de vida e influenciáveis para todo sistema biológico são atrizes principais e coadjuvantes das cadeias ecológicas; o homem com potencial saber argumentativo traça as mais variadas formas de utilizar o poder do microcosmo, de preservar e conservar o ambiente, de refletir sobre a dignidade da natureza e de sua espécie. Seria o homem, um ator coadjuvante diante da bioversatilidade bacteriana?

Como representante eucariótico, o homem, de acordo com a atual abordagem taxonômica, é considerado *Homo sapiens sapiens*, primata, com locomoção bípede, postura ereta e polegar oponível, características que evidenciam aspectos genético-evolutivos; é também considerado um ser heterotrófico, de respiração exclusivamente aeróbia e, composto por células com citoplasma funcional rico em sistema de endomembranas e material genético protegido pela cariomembrana e, necessariamente depende das inter-relações com a natureza microcósmica. Este animal, homem, com elevado grau de parentesco com antropóides africanos, caracteriza-se pela refinada linguagem, por uma considerável capacidade de comunicação e delicada possibilidade operacional. Podemos ressaltar que as características aqui descritas não isentam o homem da necessidade simbiótica com os seres procariontes, aqui representados pelas bactérias.

Neste contexto, trazemos à baila alguns aspectos que distinguem homens e bactérias no que concerne a suas relações com o ambiente e a idade evolutiva. As bactérias produzem matéria orgânica, são importantes na indústria farmacêutica, são indispensáveis na Bioengenharia e nos ciclos biogeoquímicos e, mesmo com uma idade aproximada de 3,5 bilhões de anos apresentam-se com suas características morfológicas primitivas e com grande potencial adaptativo. O homem, como *Homo sapiens*, com uma idade de aproximadamente 1 milhão de anos,

teoria de que as mitocôndrias eram bactérias que, por meio de simbiose, hibernaram no interior de células bacterianas maiores” (MARGULIS e SAGAN, 2002, p. 110-111).

²¹ “Mitocôndrias são componentes da grande maioria das células eucarióticas, enquanto os cloroplastos são encontrados, apenas em células eucarióticas capazes de fotossíntese – as existentes em plantas, mas não em fungos e animais. Ambas as organelas possivelmente têm origem simbiótica” (ALBERTS, et al., 1997, p. 17).

compartilha com os seus semelhantes morfologia parecida mas, pensamentos diferentes; apresenta uma diversidade de cultura e linguagem, é limitado na capacidade reprodutiva, uma vez que depende de condições nutricionais e genéticas, sociais, psíquicas e geográficas ideais, mas, condiciona seu processo adaptativo às mais variadas formas de expressão, não distanciando sua necessidade de interação com outros seres. Homem e bactérias são seres diferentes embora com semelhanças básicas: obtém energia da mesma forma e apresentam células com membranas e partículas responsáveis pela hereditariedade iguais. Ambos são indispensáveis: o homem para o mundo sócio cultural e, as bactérias, para a diversidade de vida.

Sendo assim, se admitirmos o critério da versatilidade bioquímica das bactérias e da escala de tempo de sua provável existência, a inversão da “pirâmide” à *la* Derrida se justificaria plenamente segundo Margulis e Sagan. Podemos raciocinar à luz da Teoria de Margulis e Sagan interpretando-a em termos causais da seguinte maneira: a versatilidade bioquímica dos seres procariontes é causa potencial do leque de possibilidades que ensejam os múltiplos tipos de simbiose e assim tal versatilidade é também causa de múltiplas possibilidades evolutivas.

Diante destas considerações, as bactérias devem ser evidenciadas por tal versatilidade genética e bioquímica, por seu potencial reprodutivo que garante sobrevivência, variabilidade e disseminação rápida, e sua habilidade em gerar nutrientes indispensáveis à fertilidade do solo, e sustentabilidade humana e pela contribuição “solidária” nos avanços da Biotecnologia Industrial, farmacêutica, agrícola e de alimentos, incluindo nos estudos mutacionais dos vírus²²; no processo de diferenciação de príons²³. Por outro lado, o homem, um ser complexo, posicionado no ápice da “pirâmide” Popperiana, ao se deparar com o mundo à sua volta e com o ambiente que o rodeia, percebe-se parte integrante de um todo, percebe-se harmônico com a sinfonia da vida, pensa, conjectura e age sobre a natureza de forma também simbiótica: bactérias interagem com células intestinais humanas; o homem não sobrevive sem a produção de vitamina K, trabalho realizado

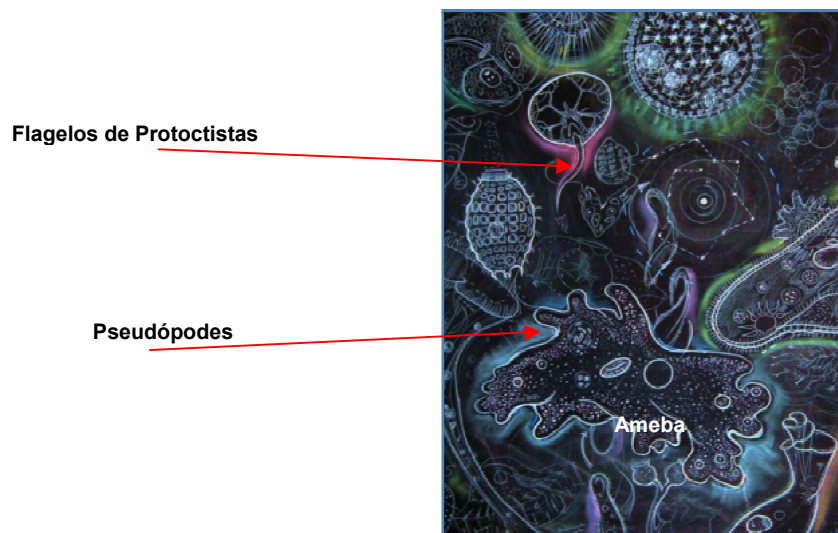
²² Estruturas acelulares, portadoras de um arcabouço proteico e moléculas de ácidos desoxirribonucleico e ribonucleico.

²³ Moléculas que comprometem a ação nervosa de mamíferos e dificultam as relações comerciais e adaptativas dos seres humanos.

pelo grupo de bactérias *E. coli*^{24, 25}, assim como não sobrevive sem vitaminas do complexo B. Para enfatizar a importância desse fato, os neurônios do sistema nervoso central são células que mais dispõem energia, e com a ausência das vitaminas do complexo B, que o homem não produz, nenhuma molécula de glicose, a única fonte orgânica capaz de gerar energia, pode ser oxidada, nem muitos neurotransmissores são sintetizados. Logo, ambos, homens e bactérias, são seres que se inter-relacionam ao tempo em que são indispensáveis ao equilíbrio natural.

Para discutirmos sobre algumas das características e associações existentes entre microsseres e macrosseres utilizaremos a Figura 2 que por certo contribuirá para uma leitura simbiótica postulada por Margulis e Sagan (2002).

Figura 2 - “Protozoa in Real Time” - criada por estudantes de uma classe de biologia da Bucks Co. Community College²⁶ (EUA).



Fonte: <http://tecnocientista.info/blog/wp-content/uploads/2007/11/protozoa_art.jpg>.

Diante dos diversos seres e dos tipos de estruturas/órgãos locomotores que se fazem presentes em organismos eucarióticos mais simples, porém diferentes das

²⁴ “[...] metabolicamente os procariotos são organismos muito sofisticados e altamente evoluídos. Por exemplo, uma bactéria, como a *Escherichia coli*, um habitante comum do trato digestório humano e das placas de cultura em laboratório, tem a capacidade de viver e prosperar em um meio contendo um ou dois compostos orgânicos de baixo peso molecular e poucos íons inorgânicos [...]” (KARP, 2005, p. 12).

²⁵ “[...] as formas de vida que reciclam as substâncias do nosso corpo são predominantemente bactérias [...]” (MARGULIS e SAGAN, 2002, p. 57).

²⁶ Bucks County Community College (BCCC) é um colégio da comunidade de dois anos localizados no condado de Bucks, Pensilvânia, perto de Filadélfia. Fundado em 1964.

bactérias espiroquetas ²⁷ observam-se evidências evolutivas para como, por exemplo, os movimentos citoplasmáticos com evaginações de membrana formando pseudópodes para captura endocítica do alimento dos sarcodíneos protozoários; os poríferos são sésseis e possuem coanócitos flagelados que possibilitam movimentos circulares da água para a filtração do alimento – os flagelos teriam proteínas participantes dos flagelos das bactérias primitivas (RUPPERT, FOX, BARNES, 2005).

Nos *Cnidaria*, os tentáculos de algumas espécies são representações simbióticas de pólipos que se interagem para possibilitar deslocamento, alimentação e reprodução animal. Em *Plathelmyntes* observa-se uma composição anatomuscular que lhes permite movimento. Nos *Nemathelmyntes*, músculos circulares com organização proteica promovem movimentos coordenados; não se evidenciam flagelos ou cílios na porção externa da anatomia destes seres (RUPPERT, FOX, BARNES, 2005).

Nos *Annelida*, as cerdas e uma espessa cutícula permitem fixação, deslocamento e proteção. Nos *Mollusca*, se evidenciam: a) um pé laminar para escavar e deslizar em galerias; b) um pé ventral para o deslocamento em Terra à procura de alimento e de parceiros para o acasalamento; c) estruturas internas e externas, os sifões, auxiliam na filtração do alimento, no deslocamento, na fuga de predadores (RUPPERT, FOX, BARNES, 2005).

Para aguçar o pensamento sobre a relação simbiótica entre procariotos e eucariotos Margulis e Sagan (2002, p. 116) apontam a *Prochloron* como elo simbionte no trecho da obra *Microcosmos*: “A *Prochloron* ²⁸ [...] combina a fisiologia de uma planta com a estrutura de uma bactéria [...] parece bastante plausível que tenham sido devorados por diversos tipos de protistas”. Os seres eucarióticos pluricelulares, tais como algas filamentosas, fungos, protistas, como alguns exemplares destacados na figura acima, são possuidores de uma riqueza

²⁷ Margulis e Sagan (2002) tratam também sobre a hipótese intrigante e não confirmada pelos cientistas de que a simbiose de espiroquetas filiformes – grupos específicos de bactérias – com a célula eucariótica proporcionou a busca pelo alimento e por abrigo, adequando a célula ao movimento.

²⁸ *Prochloron*, bactéria verde, descoberta por Ralph Lewin, biólogo Marinho do Instituto Oceanográfico Scripps, no final da década de 1960. Ver MARGULIS e SAGAN, 2002. p. 116.

intracelular, de orgânulos membranosos que permitem a circulação de substâncias e a organização de eventos citoplasmáticos.

Assim, segundo Popper “todos os seres vivos, no espectro que vai *da ameba a Einstein*, praticam as *tentativas e erros*”. Embora a célebre passagem de Popper se refira a um espectro de seres eucariontes, consideramos aqui um espectro mais ampliado que inclui, antes mesmo das amebas, os seres procariontes, representados pelas bactérias. Isto porque concebemos que também as bactérias, tendo em vista a sua notória pró-atividade, podem ser consideradas como seres que praticam o método das *tentativas e erros*. Esta é uma hipótese de trabalho que aqui aventamos a fim de contrapor mais adequadamente os pontos de vistas respectivamente de Popper e de Margulis. Trata-se de uma hipótese, a nosso ver, bastante defensável na medida em que as bactérias revelam-se de tal maneira proativas que seria impensável que seres dotados de enorme capacidade de pró-atividade fossem incapazes de praticar o método das *tentativas e erros*.

Neste momento, agradecemos à Prof. Dra. Ana Maria Queijeiro López pelos seus comentários críticos, por ocasião do exame de qualificação prestado no dia 27 de setembro de 2011. De acordo com o que pudemos depreender de seu ponto de vista, as bactérias não agem propriamente segundo o método das *tentativas e erros* e sim em conformidade com suas potencialidades bioquímicas; a organização biológica tem lugar às custas de um crescimento entrópico do ambiente. As bactérias no seu processo organizativo consomem nutrientes energéticos irreversivelmente a partir dos recursos oferecidos pelo ambiente.

No entanto, faz-se necessário um adendo: o fato das bactérias possuírem um genoma primário e também DNA plasmidial coordenando metabolismo secundário, denota que apresenta uma propensão genética para toda a elaboração organizativa que implica em fluxos energéticos de entropia do ambiente e habilidade adaptativa o que explica sua enorme pró-sobrevivência e consórcios simbióticos ao longo de bilhões de anos. Isso sugere que a sua propensão inata de versatilidade bioquímica evolutiva é perfeitamente compatível com a sua capacidade de *tentativas e erros*, exatamente como pode ser considerada a evolução do homem. A expressão *tentar/errar* tem um significado também de *adaptação* e de *sobrevivência*. Uma

presa que não seja capturada depois de um ataque de seu predador pode ser um caso concreto de *tentativa e erro*.

A fim de reforçar o argumento, diríamos que à luz da teoria da evolução, a sobrevivência eventual das bactérias que lutam contra as ações dos antibióticos, requer além de suas potencialidades bioquímicas genéticas presentes principalmente no seu DNA plasmidial, bem menos estável que o DNA genérico, também requer a sua adaptação ao ambiente. Bactérias menos adaptáveis geneticamente morrem, enquanto as de grande virulência por terem genes de resistência, sobrevivem. E, esse seria um indício claríssimo de que tais seres também praticam – no sentido *Lato* do termo – o método das *tentativas e erros*.

O comentário da Prof. Dra. López nos beneficiou também em outro aspecto: a posição de Popper consubstanciada pela expressão *da ameba a Einstein*, confrontada com a ênfase de Margulis conferida às bactérias, deve ser aperfeiçoada. Efetivamente, o espectro *da ameba a Einstein* é todo composto de seres eucariontes e as bactérias são seres procariontes. Para estabelecer o confronto entre os pontos de vista desses ilustres autores, faz-se necessário incluir no espectro popperiano também as bactérias. Deste modo, o espectro a ser considerado será um pouco mais ampliado do que aquele inicialmente proposto por Popper. O novo espectro será agora aquele que vai *das bactérias a Einstein*, pois as bactérias também participam, tal como as amebas, da aventura "cognitiva" *Lato senso tentar/errar*. Isso permite estabelecer mais adequadamente o confronto Popper/Margulis.

Neste estágio de nossa exposição façamos um breve paralelo entre os mundos, respectivamente, animal e sócio cultural.

O deslocamento humano é proporcionado não só pelos membros locomotores, como também por veículos motorizados, cadeiras de roda, carroças, aviões, trens, espaçonaves etc., não só para deslocar-se à procura de alimento, mas também para reproduzir-se, fugir, não necessariamente de predadores naturais, mas da sua condição sócio cultural. Os automóveis são produtos da criatividade humana, da tecnologia. Os projetos de construção destes objetos são inspirados em movimentos animais. O homem constrói, e desconstrói, seja na linha natural, quanto

na abordagem cultural. Da mesma forma: nem todos os seres procariontes são mutualistas, logo, as bactérias parasitas, se invadirem hospedeiros frágeis, de forma contundente, levam esses seres ao desequilíbrio e à morte. Se a maioria dos hospedeiros se comporta igualmente, tais bactérias também se extinguirão.

A teoria evolucionista de Charles Darwin (Darwinismo) considera alguns pontos importantes para o processo de adaptação dos seres vivos: a) populações naturais tendem a crescer devido ao potencial biótico; b) o tamanho das populações naturais é limitado pelo ambiente – Resistência ambiental; c) a Seleção Natural favorece ao longo das gerações, a permanência e o aprimoramento de características relacionadas à adaptação. Tais considerações expressam conclusões significativas: 1) indivíduos que não apresentam potencial biótico, resistência ambiental, morrem sem deixar descendentes; 2) os indivíduos que sobrevivem e se reproduzem são os que apresentam adaptações às condições ambientais; 3) as características são transmitidas aos descendentes ao longo das gerações (AMABIS e MARTHO, 2004).

Em sua tese, Fabian (2008) descreve alguns posicionamentos de Popper sobre a teoria darwinista da evolução,

“[...] ela tem maior sentido quando encarada como um ‘programa metafísico de investigação’ do que uma teoria científica propriamente dita [...] A teoria de que a vida evolui por Tentativa e Erro é uma proposta mais lógica do que propriamente biológica [...] a teoria darwinista possui caráter amplo e metafísico e, portanto, não científico, por não ser suscetível de prova” (FABIAN, 2008, p. 45-46).

A análise deste fragmento textual nos permite afirmar que as tentativas de bactérias fermentadoras para a obtenção de energia proporcionariam erros e acertos adaptativos ao ambiente. Em uma leitura baseada em Ernst Mayr, mutações sucessivas e aleatórias permitiram a expressão fenotípica para a adaptação bacteriana, descartando erros e selecionando genes bem sucedidos.

No artigo *The epistemological position of evolutionary epistemology*, presente na obra *All life is problem solving* Popper considera:

“Fiz uma reformulação muito modesta da teoria de Darwin da adaptação através da seleção [...]. Luta pela existência e seleção natural não passam de metáforas, não são teorias. Porque não existe nada disso. O que existe são indivíduos que deixam atrás de si descendência e é precisamente nisto que reside a teoria de Darwin de que indivíduos mais bem adaptados têm mais possibilidades de deixar descendência^{29, 30, 31}”.

Mesmo traçando estas considerações, Popper³² elucida o valor da Teoria Darwiniana quando afirma:

“Torno a salientar a nossa gratidão para com Darwin e os seus sucessores por terem ao menos suscitado alguns problemas do máximo interesse. Além disso, transmitiram-nos a convicção intuitiva de que só em termos evolutivos será possível explicar muitos fenômenos importantes³³”.

²⁹ “I have made a very modest reformulation of darwinism, of Darwin’s theory of adaptation through selection. [...] ‘Struggle for existence’ and ‘natural selection’ are nothing but metaphors; they are not theories. For none of that exists at all. What exist are individuals who leave offspring behind them, and here it is precisely Darwin’s theory that better-adapted individuals have a greater chance of leaving offspring” (POPPER, 1999, p. 47).

³⁰ Eu reformulei, levemente, o darwinismo, ou seja, a teoria de Darwin, a qual explica a adaptação através da seleção. A Teoria de Darwin assegura o que segue: os indivíduos que são melhor adaptados, têm uma probabilidade maior de ter descendentes. A teoria – e sobre essa poderei dizer diversas coisas do ponto de vista histórico – se encontra nesta forma também no próprio Darwin, e nesta forma é melhor e mais claramente formulada que se falássemos da “seleção” ou “criação natural” ou de “seleção natural” ou ainda de “luta pela existência” e coisa do gênero. Luta pela existência, seleção natural são claramente metáforas, não são propriamente teorias; estas de fato, falam de coisas que simplesmente não existem. O que existe são indivíduos os quais deixam descendentes. E isto é que afirma a teoria de Darwin: os indivíduos melhor adaptados têm uma maior probabilidade de deixarem descendentes. Nesta formulação se vê, além disso, com toda clareza os limites do darwinismo. O darwinismo deve, de fato, pressupor que somos indivíduos adaptados, “até certo ponto” adaptados. E isto é ao mesmo tempo o problema da origem da vida, sobre a qual, na verdade, sabemos, realmente muito pouco (POPPER, 2001, p. 239) (tradução nossa)

³¹ “Io ho riformulato, in misura molto lieve, il darwinismo, vale a dire la teoria di Darwin, la quale spiega l’adattamento attraverso la selezione. La teoria di Darwin asserisce quanto segue: Gli individui, che sono meglio adattati, hanno una probabilità maggiore di avere discendenti. La teoria – e su di essa potrei dire parecchie cose dal punto di vista storico – si trova in questa forma anche nello stesso Darwin, e in questa forma è formulata meglio e molto più chiaramente che se si parla della <<selezione>> o dell’ <<allevamento naturale>> o di <<selezione naturale>>, ovvero ancora di <<lotta per l’esistenza>> e via di questo tono. Lotta per l’esistenza, selezione naturale sono chiaramente delle metafore, non sono propriamente teorie; esse infatti parlano di cose che semplicemente non esistono. Ciò che esiste sono individui i quali lasciano discendenti. E questo è quanto afferma la teoria di Darwin: gli individui meglio adattati hanno una maggiore probabilità di lasciare discendenti. In questa formulazione si vedono, peraltro, con tutta chiarezza i limiti del darwinismo. Il darwinismo deve, infatti, presupporre che ci siano individui adattati, <<in certa misura>> adattati. E questo è al contempo il problema dell’origine della vita, sul quale, in verità, sappiamo, purtroppo, ancora tanto poco (POPPER, 2001, p. 239)

³² “Para Popper, é através de uma espécie de ‘seleção’ e ‘adaptação’ de teorias que a ciência deve proceder. A teoria-hipótese é crítica [...] contém um elemento de invenção e ação criativa [...]. Assim, as teorias adaptadas sobrevivem, ao passo que as teorias falsas são postas de lado quando consideradas inválidas” (FABIAN, 2008, p. 58).

³³ “I want to say again that we to be grateful to Darwin and his successors, for they have at least posed some extremely interesting problems. And they have given us the intuitive conviction that many important things can be explained only in terms of evolution” (POPPER, 1994, p. 54-55).

Evidentemente, para a Teoria Sintética da Evolução defendida por Ernst Mayr “a evolução pode ser explicada pelas mutações e pela recombinação genética, orientadas pela seleção natural”, no entanto, características fenotípicas não são transmitidas aos descendentes. A origem da diversidade fenotípica explica-se na programação do DNA e sua relação com ambiente; “o DNA também é responsável pela autorreplicação da célula” (CAPRA, 2002, p. 15). Segundo Margulis e Sagan (2002, p. 53), “o DNA é capaz de realizar essa replicação ³⁴ até mesmo depois de ter sido congelado em solução e conservado em frascos de vidro por vários anos”. Sendo assim, bactérias multirresistentes deveriam passar informações genéticas aos descendentes garantindo milhares de gerações adaptadas, o que atualmente não se procede, visto que as condições genéticas de cada um dos hospedeiros humanos comprometem significativamente a expressão gênica da bactéria patogênica.

Concordamos com Capra (1996, p. 51) quando ele coloca os homens e bactérias num mesmo patamar hierárquico de valor intrínseco sugerindo enlaces naturais para a condição da vida terrestre:

“a teia da vida consiste em redes dentro de redes. Em cada escala, sob estreito e minucioso exame, os nodos da rede se revelam como redes menores. Tendemos a arranjar esses sistemas, todos eles aninhados dentro de sistemas maiores, num sistema hierárquico colocando os maiores acima dos menores, à maneira de uma pirâmide. Mas isso é uma projeção humana. Na natureza, não há “acima” ou “abaixo”, e não há hierarquias. Há somente redes aninhadas dentro de outras redes”.

O homem como “máquina” ^{35, 36, 37}, muitas vezes adequa-se ao processo de robotização e contrapõe-se ao espírito natural ambientalista, e esquece-se de suas

³⁴ “A replicação do DNA é necessária à continuidade da vida, porém não é suficiente para os processos evolutivos, as mutações são absolutamente necessárias” (MARGULIS e SAGAN, 2002, p. 57).

³⁵ O termo “máquina” aparece como mera hipótese de trabalho e uma metáfora. Evidentemente, não se trata do ‘organismo enquanto máquina’ no sentido de Descartes, nem tampouco no sentido da mecânica de Newton. Trata-se muito mais de uma “máquina” termodinâmica no sentido em que a irreversibilidade é destacada e, com esta, a lei do crescimento da entropia enquanto expressão dessa inerente irreversibilidade.

³⁶ Para Richard Dawkins em *O gene egoísta*, “uma máquina de sobrevivência se comunica com outra quando isso influencia o comportamento desta última ou o estado do seu sistema nervoso [...] um grande número de ações de uma máquina de sobrevivência promove o bem-estar dos seus genes ao influenciar diretamente o comportamento de outras máquinas de sobrevivência”.

³⁷ “Numa máquina tal como a bicicleta, as peças foram planejadas, fabricadas e em seguida reunidas para formar uma estrutura com componentes fixos. Num sistema vivo, ao contrário, os componentes mudam continuamente. Há um incessante fluxo de matéria através de um organismo vivo. Cada célula sintetiza e dissolve estruturas continuamente, e elimina produtos residuais. Tecidos e órgãos substituem suas células em ciclos contínuos. Há crescimento, desenvolvimento e

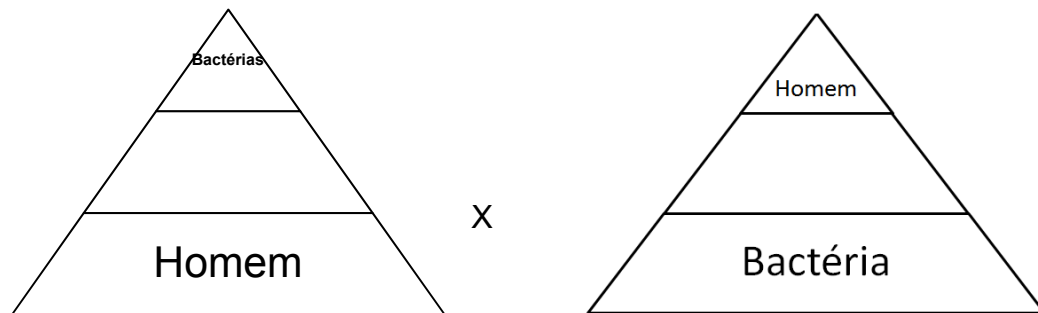
relações com os seres microscópicos simbióticos, aqui denominados “pilhas”, que condicionam a sua sobrevivência. Com os seres irracionais, animais intermediários tratados como veículos de transporte, fontes de nutrientes e polinizadores, o homem estabelece relações de troca e dependência; com o ambiente, representado pelos seus elementos naturais – a saber – o solo, a água, o ar e o fogo (energia condicionante), estabelece trocas em vista de seu desenvolvimento espiritual e econômico.

Na dinâmica evolutiva de sua existência, a “máquina” humana pode ser afetada por todos os demais seres vivos e por fluxos energéticos e entrópicos de variadas ordens, quer sejam de causa biótica como de causa abiótica. Essa “máquina” está sujeita: às ações naturais; à conversão da energia solar em elétrica e mecânica; à utilização do combustível fóssil, oriundo do grupamento orgânico vegetal depositado no solo ao longo de milhões de anos; às variações ambientais produtoras de consideráveis modificações na vida econômica e nas inter-relações capitais importadoras e exportadoras; ao processo de evaporação/transpiração que caracteriza uma das etapas do ciclo hidrológico e afeta o processo de nutrição do solo e a fotossíntese; e, às suas próprias condições de vida cultural, social, política, ambiental e econômica que atuam direta ou indiretamente no processo adaptativo de sua espécie. Perguntaríamos então: caso perdesse seu lugar na “pirâmide” Popperiana (passando do ápice para a base), então como a perda da dignidade da vida humana seria vista à luz da Teoria Endossimbiótica de Margulis e Sagan?

A Figura 3 nos permite ampliar a discussão sobre a inversão à *la* Derrida. A “pirâmide” de Popper coloca no vértice um membro ilustre da espécie humana, e a “pirâmide” de Margulis e Sagan postula que o vértice passa a corresponder às bactérias.

evolução. Desse modo, a partir do princípio mesmo da biologia, o entendimento da estrutura viva tem sido inseparável do entendimento dos processos metabólicos e desenvolvimentais” (CAPRA, 1996, p. 152).

Figura 3 - Representações de uma Pirâmide Evolutiva: a) inversão da pirâmide a La Derrida, evidenciada por Margulis e Sagan (2002); b) trabalhada no processo de ensino; defendida por Karl Popper.



Fonte: FONSÊCA, 2012

Os neurônios, com projeções longas e finas de membranas plasmáticas, compõem o cérebro, órgão que atua incondicionalmente no controle e coordenação das atividades cognitivas e motoras dos organismos animais. Para Dawkins (2007, p. 111), “a seleção natural favoreceu os animais que se equiparam com órgãos sensoriais, dispositivos que traduzem os padrões dos eventos físicos no mundo externo para o código em pulso dos neurônios”.

Bactérias não possuem um sistema nervoso central e nem tem a capacidade de raciocínio à luz do entendimento humano, mas, têm uma fabulosa inteligência bioquímica que as colocam em vantagens nas interações com a natureza e com o homem, “são capazes de percepção, e, portanto de cognição [...] percebem mudanças em seu meio ambiente” (CAPRA, 1996).

Células bacterianas possuem fragmentos de DNA denominados plasmídeos, que facilmente “saltam” de posição e multiplicam-se livremente e podem associar-se a um cromossomo ou destacar-se dele, que atuam no processo de reprodução sexuada proporcionando características fenotípicas diferenciais e de resistência bacteriana. Na hipótese da existência de plasmídeos livres no interior de células humanas Dawkins (2007, p. 411) afirma que “se os genes conseguissem descobrir uma via que lhes dessem passagem para outro corpo [...] seria de esperar que a seleção natural favorecesse o seu oportunismo e o aperfeiçoasse”. Supõe-se que bactérias auxiliariam na produção de proteínas de resistência humana ou que teriam genes que contribuiriam para a sua própria evolução simbiótica ou parasitária com o

organismo humano, descartando possibilidades de rupturas na teia ecológica. Hipóteses como essas poderiam concordar com a relação das partes (cada ser vivo com sua importância).

Como vemos bactérias não são capazes de originar homens, mesmo com toda versatilidade química. Bactérias originam bactérias, idênticas ou recombinantes geneticamente, resistentes ou não. Eis o contraponto: Por que nem todas as espécies bacterianas possuem resistência a algo, mesmo considerando sua versatilidade?

Por outro ângulo, ampliemos uma discussão sobre o processo reprodutivo das bactérias e do homem. Algumas bactérias se reproduzem assexuadamente, em ambientes inóspitos ou não, com uma velocidade considerável, gerando unicélulas com a mesma quantidade cromossômica e gênica e apresentando características fenotípicas notoriamente idênticas. (MARGULIS e SAGAN, 2002). Exista oxigênio em abundância ou não, elementos como o selênio, enxofre e arsênio proporcionam a multiplicação das unicélulas procariotas. Sabemos que um dos elementos propulsores da diversidade biológica, é a reprodução sexuada, que conceitualmente garante a perpetuação de espécies e que atribui à condição de mistura cromossômica e gênica para a origem de seres diferentes e resistentes. Bactérias dividem-se com tanta rapidez que podemos afirmar que uma única mutação³⁸ benéfica espalha-se rapidamente pelo ambiente e fatalmente proporciona a evolução bacteriana (MARGULIS e SAGAN, 2002). Neste ponto da discussão, consideremos a reprodução assexuada bacteriana como elemento que põe em dúvidas o processo de adaptação e evolução de alguns tipos específicos de bactérias.

“Quando uma célula se reproduz (independente de ser bacteriana ou humana – *nosso*) ela transmite à geração seguinte não somente os seus genes, mas também as suas membranas, enzimas, orgânulos [...] o DNA nunca é transmitido sozinho, pois os genes só podem funcionar dentro do contexto da rede³⁹, e rede, autopoietica” (CAPRA, 2002, p. 21).

³⁸ “A Mutação genética é causada por um erro casual na autorreplicação do DNA, no momento em que duas cadeias da dupla hélice do DNA separam-se e cada uma delas serve como modelo para a construção de uma nova cadeia complementar”. A mutação genética é elemento fundamental da Teoria Sintética da Evolução.

³⁹ Termo utilizado por Fritjof Capra para uma nova perspectiva hierárquica da natureza sobre as concepções de sistemas vivos.

O homem tem processo reprodutivo sexuado com necessidade de cônjuges para a concretização fecundativa. As células gaméticas originadas a partir da meiose sofrem *crossing-over* que proporciona uma magnífica variabilidade genética visível a partir da sinapse cromossômica. Fenotipicamente as células zigóticas apresentam diferenças morfológicas e fisiológicas. As mudanças nas células eucarióticas, visualizadas ao longo do desenvolvimento embrionário – em um período superior de multiplicação unicelular bacteriana – são destacadas pelo processo de diferenciação celular que culmina com o aparecimento de uma estrutura cerebral primitiva, uma notocorda e um tubo neural.

A diferenciação celular proporciona a especialização das células humanas. Este processo organiza, além de outros sistemas, o sistema nervoso central, relevante pela sua complexidade e por destacar-se como centro do pensamento e formador da linguagem, da percepção sensorial contribuindo com a adaptação locomotora, ambiental, cultural e social.

Do confronto entre Popper e Margulis podemos elucidar a existência, por um lado, da ideia antropocêntrica Popperiana que confere o mais alto papel de dignidade à inteligência humana representada circunstancialmente por Einstein; e por outro lado, de Margulis, temos a proposta de uma desconstrução o que confere às bactérias o protagonismo de primeira ordem em um processo simbiótico e sinérgico que envolve toda a diversidade biológica. Contudo, sejam bactérias, sejam humanos, simples ou complexos, dentro da relação HOMEM/NATUREZA, não precisam ser classificados, por apenas uma ou outra característica adaptativa que os levem ao ápice ou à base de uma dada “pirâmide” biológica. Precisam ser vistos como seres indispensáveis o equilíbrio ambiental da natureza.

2 O SER ANTROPOCÊNTRICO MEDIADOR DA SOBREVIVÊNCIA BIOLÓGICA

Vejamos por outro ângulo o antropocentrismo fundamentalista: o homem é um animal racional divinamente construído e cientificamente comprovado como um edifício atômico erguido por “tijolos”, permeado por “fios” ricamente energéticos e elétricos, transmissores de informações neurosensoriais e neuromotoras e emocionalmente controlado pela complexa e pequena glândula hipofisária. Este homem teria o domínio de sensações e emoções se fossem cotidianamente conquistado. No entanto, quando não utiliza sua potencial racionalidade, o que lhe atribui capacidade de raciocínio e logicidade, torna-se prisioneiro ⁴⁰ e vende a razão ⁴¹ ao capital enrijecido e, entrega outros seres às algemas da devastação e do desmatamento, da solidão, da poluição e ao vasto poder de silenciar uma cultura.

Em contrapartida, este mesmo homem é trabalhador, filósofo, cuidador e formador de leis que protegem o ambiente, a fauna, a flora, é o sábio que pensa em prol dos demais seres dos microcosmos, ou que pelo menos, diz-se pensar. Diante de contradições, palavras e ações, o homem se depara com o desenvolvimento da ciência^{42,43} e a responsabilidade social, com a sustentabilidade do planeta, com a

⁴⁰ “O que os homens querem aprender da natureza é como aplicá-la para dominar completamente sobre ela e sobre os homens. Fora disso, nada conta. Sem escrúpulos para consigo mesmo, o iluminismo incinerou os últimos restos da sua própria consciência de si. Só um pensar que faz violência a si próprio é suficientemente duro para quebrar os mitos” (HORKHEIMER e ADORNO, 1989, p. 4).

⁴¹ Descartes, já na primeira frase de seu *Discurso do Método* dá imenso valor a racionalidade da qual ele pressupõe que todos os humanos são igualmente dotados: “*Le bon sens est la chose du monde la mieux partagée*” (DESCARTES, *Discours de la Méthode*, 1952, p. 126).

⁴² “*Anche se la vicenda della mucca pazza ci ha drammaticamente insegnato che non esistono ferree barriere di specie, la nostra visione del mondo è ancora basata su una netta divisione tra l'uomo e gli animali non umani. Questa visione del mondo acritica ed immorale sopravvive nonostante i più recenti sviluppi in diversi campi scientifici premano esattamente nella direzione opposta. La rilettura dell'evoluzionismo darwiniano come processo storico casuale, l'etologia moderna che parla apertamente di menti animali, la nascita dell'ecologia scientifica con il riconoscimento dell'interdipendenza di tutti gli essere viventi e del pianeta su cui vivano le scoperte di paleoantropologia che mostrano l'esistenza di più linee evolutive di tipo ominide, gli studi sulle capacità linguistiche dei primati non umani, gli studi di biologia molecolare che mostrano che la distanza genetica tra noi e gli scimpanzé (1,6%) è inferiore a quella tra scimpanzé e gorilla e oranghi (3,6%), sono alcuni tra gli esempi del legame stretto e indissolubile tra animali umani e non umani*” (FILIPPI, In: PATTERSON, 2003, p. vii).

⁴³ “Ainda que o caso das vacas loucas nos tenha ensinado de maneira dramática que não existem barreiras intransponíveis entre as espécies, a nossa visão de mundo é ainda baseada em uma rigorosa demarcação entre o homem e os animais não humanos. Esta visão do mundo acrítica e imoral sobrevive não obstante os mais recentes desenvolvimentos em diversos campos científicos primarem pela direção exatamente oposta. A releitura do evolucionismo darwiniano como processo

manutenção de seres que garantem sua sobrevivência, com a restauração de sua própria dignidade, com o respeito à diversidade, seja, ambiental, biológica, cultural e étnica.

Considerado o ser mais evoluído, o homem pousa-se de dominador do mundo vivo e defronta-se com as perspicácias dos microcosmos, com lições inovadoras de adaptabilidade, reprodutibilidade, versatilidade e nutribilidade. Mas, este homem, pelo poder da inteligência utiliza-se das características de sobrevivência dos microsseres para produzir suas habitações, garantir alimento através de métodos de conservação, pasteurização e nutrição biológica, reforça seu arsenal de defesa, sensibiliza-se e humilha-se ao errar diante de rupturas das tentativas de sobrevivência com êxito dos microcosmos. Como afirma Morin (2006) “no ser humano o desenvolvimento do conhecimento racional-empírico-técnico jamais aboliu o conhecimento simbólico, mítico, mágico ou poiético”. Este homem tenta e erra.

Diríamos que o *Homo sapiens sapiens* do século XXI estaria assoberbado de afazeres sociais e políticos, ao tempo em que escapariam aqueles que estivessem voltados para cuidar do mundo natural. Não temos aqui uma divisão humana por exclusão, mas por necessidade. Considerando Morin (2006) “o homem da racionalidade é também o da afetividade, do mito e do delírio (*demens*)”.

Por que uma bactéria seria tão mais importante no processo evolutivo da diversidade biológica? Porque “bactérias transformam continuamente a superfície e a atmosfera da Terra e garantem a auto regulação do sistema de Gaia” (CAPRA, 2002). Por que processos de diferenciação e especialização celular não se evidenciam ao longo da reprodução e do desenvolvimento da microcélula bacteriana? Por que o homem não estaria conduzindo a evolução da vida considerando os avanços bioengenheirados da nanotecnologia, da utilização de

histórico casual, a etologia moderna que fala abertamente de mentes animais, o nascimento da ecologia científica com o reconhecimento da interdependência de todos os seres viventes e do planeta no qual vivem, as descobertas da paleoantropologia que mostram a existência de mais linhas evolutivas do tipo homínido, os estudos sobre a capacidade linguística dos primatas não humanos, os estudos de biologia molecular que mostram que a distância genética entre nós e os chimpanzés (1,6%) é inferior àquela entre chimpanzé e gorila e orangotango (3,6%), são alguns entre os exemplos da ligação estreita e indissolúvel entre animais humanos e não humanos” (FILIPPI, tradução para o português da nota anterior).

células-tronco, da manipulação gênica para impedir a extinção das espécies da flora e da fauna terrestre?

“Ao apartar o ser humano do centro, abre-se espaço para o mundo, e percebemos então que os humanos se comportam como parasitas, aqueles seres da natureza que se apropriam das coisas, hospedam-se nelas e as devoram, razão pela qual urge estabelecer um contrato de novo tipo para garantir a sobrevivência do hospedeiro: o contrato natural. Trata-se de agregar ao contrato exclusivamente social um contrato de simbiose e reciprocidade através do qual trocaríamos o domínio e posse que o conhecimento concede pela escuta admirativa, reciprocidade, contemplação e respeito. Nesse contrato, o simbiota admite o direito do hospedeiro, enquanto o parasita – nosso estatuto atual - condena a morte aquele que é pilhado e habitado, sem tomar consciência de que no final condena-se a desaparecer também” (ARRUDA, 1995).

A crítica de Arruda (1995) aos perigos do parasitismo puro é centrada no argumento segundo o qual se esta continuar sendo a prática, então a principal espécie abusadora do parasitismo se vê em ameaça pela perda de sua própria dignidade⁴⁴ o que, em certa medida, lembrará a alertadora pertinência da inversão da “pirâmide” à *la* Derrida. Somos conduzidos à conclusão segundo a qual o estabelecimento de uma simbiose construtiva humana com os demais seres que compõem a natureza deva ser uma tal que se afaste do parasitismo, notadamente de um parasitismo extremo. Uma simbiose do gênero também constituir-se-ia em um requisito tanto racional – próprio daquele quem tem a dignidade de pensar – quanto também se revela como um requisito ético que deve permear as relações Homem/Natureza.

Para exemplificar e questionar o quanto a natureza humana deveria colaborar na teia ecológica trazemos trechos de William McDonough ⁴⁵, pioneiro do ecodesign:

“[...] na natureza não existe lata de lixo, tudo o que é abandonado por uma espécie, vem alimentar uma outra [...] uma poluição menor continua sendo uma poluição. Por outro lado transformar um resíduo tornando-o combustível para um outro organismo elimina radicalmente o problema. [...] Em vez de poluir, alimentamos”. [...]“Na França, um jardim público de bambu limpa e neutraliza a totalidade das águas residuais [...] a lama sólida

⁴⁴ A dignidade humana como a capacidade de abarcar pelo pensamento todo o espaço infinito e toda a duração, ou seja, o tempo, tal como enfatizada por Pascal, encontra um análogo em uma passagem de Shakespeare em sua importantíssima obra *Hamlet* quando este personagem central assim se expressa: “O God, I could be bounded in a nutshell and count myself a king of infinite space, were it not that I have bad dreams” (SHAKESPEARE, *Hamlet*, Ato II, Cena II, p. 43). Traduzido para o português, esta bela passagem assim se apresenta: “Eu poderia viver numa casca de noz e me considerar como rei do espaço infinito no qual não mais teria pesadelos”.

⁴⁵ Ver PEOPLES, 2009. p. 156-160.

dos resíduos domésticos torna-se em alguns meses, terra viva e fértil [...] (McDONOUGH, 2009, p. 145-150).

Apresentamos a ideia do homem interacionista, corresponsável e racional diante das perspicácias e eficiências das ações do microcosmo; teríamos um enlace perfeito entre homem e natureza a partir do pensamento ecológico, da expressão de cumplicidade entre o ser racional e o não racional, da responsabilidade humana com o planeta e o microcosmo que precisa ser verdadeiramente compreendido e digno de sobrevivência ao longo das gerações. Nesta perspectiva, o homem se manteria no ápice da "pirâmide" biológica traçada por Popper.

Exemplificamos o caso de Oliver Peoples ⁴⁶ fundador de uma empresa de Biotecnologia que dá méritos às bactérias da espécie *Escherichia coli*, biofabricadoras de plástico, “basta alimentar uma bactéria “milagrosa” com um xarope de milho rico em açúcar e ela produz, espontaneamente, o plástico” (DARNIL e LE ROUX, 2009, p. 158). As bactérias são alimentadas por vegetais que facilmente absorvem o dióxido de carbono e utilizam no processo fotossintético. Logo, o resultado do trabalho da *E. coli*, o plástico, é benéfico para o planeta Terra (PEOPLE *apud* DARNIL e LE ROUX, 2009).

Arne Naess ⁴⁷ defensor da teoria da Ecologia Profunda ⁴⁸ concorda com a adaptação de regras justas que atendam às partes envolvidas, ou seja, seres vivos, humanidade e meio ambiente para se garantir a valorização do todo. Não devemos descartar as partes, e sim ter respeito pela diversidade biológica. Devemos rejeitar a imagem do meio ambiente do ponto de vista utilitário e meramente antropocêntrico e nos empenhar seriamente em uma luta contra a degradação ambiental. Arne Naess defende a visão holística da Biosfera, harmonizada e eticamente valorizada, segundo as ideias de James Lovelock ⁴⁹ sobre a Teoria de Gaia ⁵⁰. Para Lynn

⁴⁶ Ver McDONOUGH, 2009. p. 145-150.

⁴⁷ Ver COOPER, 2006, p. 214-218.

⁴⁸ A ecologia profunda defende o princípio da redução radical da população mundial, a conservação da diversidade biótica e a vida em comunidades simples e autossustentáveis. “A identidade de cada uma de nós é totalmente dependente das relações com outros e com o mundo em geral; e deve atender aos sentimentos naturais de empatia e simpatia [...]”. Ver PALMER, 2006.

⁴⁹ “We have since defined Gaia as a complex entity involving the Earth’s biosphere, atmosphere, oceans, and soil; the totality constituting a feedback or cybernetic system which seeks an optimal physical and chemical environment for life on this planet. The maintenance of relatively constant

Margulis a Biota terrestre é certificada metabólica e bioquimicamente para manter a temperatura ambiental e a existência de vida na Terra. Logo, tanto bactérias quanto os demais seres vivos, inclusive o ser humano, interferem tanto positiva quanto negativamente nas condições naturais terrestres contribuindo para o desequilíbrio, erros e acertos, competições, parasitismos, simbioses, permitindo adaptações ou não, renovação da biota e extinções. A vida é cíclica e a matéria se recicla.

Os critérios adotados por Popper para justificar a sua hierarquização são centrados nas faculdades de *racionalidade* e de *crítica*, apanágios de apenas uma única e singularíssima espécie que é justamente à qual pertencemos. Para Popper, apenas os seres mais próximos de Einstein⁵¹, ou seja, os humanos estariam aptos para a prática do método das *conjecturas e refutações*. Margulis, não obstante, elege três outros critérios que revertem radicalmente a perspectiva Popperiana em favor das bactérias. São eles: (1) a *versatilidade bioquímica*; (2) a *escala de tempo de existência*; e (3) a *importância para a Biota*.

Numa abordagem, exemplificadora, da não existência sexista, nesta produção, e apenas com o intuito de tecer comentários sobre as relações entre eucariotos e procariotos, fazemos alusões à semente (vegetal) e a mulher (ser humano), e em seguida, às características comparativas entre a semente e as bactérias. A semente à procura da terra fértil, das melhores condições de sobrevivência, de água e de luz, desenvolve-se, prolifera-se, e fisiologicamente armazenadora de nutrientes, germina, se torna uma planta e esta desabrocha em flores aromatizantes que atraem polinizadores e afastam pragas; enriquece a humanidade com suas fortes e robustas madeiras e cede frutos. A semente *in natura*, com riqueza nutritiva, simboliza fartura, o poder da biodiversidade e da

conditions by active control may be conveniently described by the term 'homoeostasis' (LOVELOCK, 1979).

⁵⁰ Segundo a Teoria de Gaia, "a Terra é um único ser vivo". Entendemos que a visão comparativa de Gaia com Terra pode ser elucidada, mas, não necessariamente concordamos com a ideia de que a Terra é um único Ser vivo, mais, um conjunto orgânico de vida entrelaçada a compostos inorgânicos ambientais, com alto poder cíclico para extinguir ou perpetuar espécies, adaptadas ou não, sofrendo a influência da seleção gênica (*nosso*).

⁵¹ O nome de Einstein é tão somente uma escolha arbitrária de Popper para figurar no topo. Qualquer outro nome de uma figura humana seminal e pertencente a qualquer que seja o sexo, não muda o argumento. Deste modo, nomes masculinos ilustres como Galileu Galilei, Isaac Newton ou femininos como Marie Curie e Emmy Nöther podem ser adotados a depender do gosto e admiração de cada um. É importante enfatizar que não se pode confundir uma mera escolha com alguma atitude pretensamente sexista. Definitivamente, o argumento nada tem de sexista.

fertilidade. Sementes manipuladas geneticamente e transformadas artificialmente inferem desordenadamente no processo evolutivo da fauna e flora naturais.

As bactérias realizam processos biossintéticos que possibilitam a preparação do solo para o desenvolvimento da semente, fertilizam o solo; bactérias fixadoras de nitrogênio, nitrificantes e denitrificantes mantêm o ciclo biogeoquímico de relações entre o solo e a semente. O homem, como outros animais, de forma indireta, lança a semente ao solo. O homem facilita o manejo, a irrigação, espera que a semente desenvolva, utiliza o fruto, a madeira, a seiva; poliniza, promove a rotação de culturas onde se observa a relação simbiótica entre raízes de plantas leguminosas e bactérias fixadoras, notáveis heterotróficas quimiossintetizantes que proporcionam geração de energia química e produção de substâncias inorgânicas que comporão a seiva circulante e nutritiva do interior de organismos vegetais. O homem guarda a semente, modifica, utiliza e planta.

Mulheres são representantes da espécie *Homo sapiens sapiens* recebem adjetivos socialmente impostos e criteriosamente expandidos: são fêmeas acasaladoras, protetoras, acolhedoras, educadoras, donas da fertilidade, conquistadoras da liberdade de expressão e pensamento, capazes de influenciar a economia e a política, valorizadas ambientalmente; Susan Griffin ⁵², poeta feminista, observa que “os homens valorizam o poder, produzem nações, conflitos e guerras e [...] as mulheres valorizam a vida, produzem relações, continuidade e paz” ⁵³ (GLOTFELTY *apud* PALMER, 2006, p. 295). Val Plumwood ⁵⁴, filósofa ambiental argumenta sobre a necessidade de revisar concepções da virtude humana, excludente da “emocionalidade, personificação e animalidade”, enfatiza atitudes éticas que minimizem ideologias opressivas e de autoimposição, defende a necessidade de “virtudes comunicativas da capacidade de ouvir e dar atenção ao outro” para resistir à negação das “contribuições do outro não humano” (GRIFFIN *apud* PALMER, 2006, p. 284).

⁵² Ver GLOTFELTY, 2006. p. 292-299.

⁵³ Ver GRIFFIN, S. **Made from this Earth**: An Anthology of Writings, London: Women's Press, 1982; New York: Harper e Row, 1983.

⁵⁴ “Plumwood argumenta que a problemática da ética ambiental moderna é colocada de forma antropocêntrica, concentrando-se em estabelecer as qualificações dos não-humanos em termos morais, e não nos problemas de uma epistemologia e sistema ético humanocêntricos que os excluem”. Ver GRIFFIN, 2006. p. 280-286.

Percebemos que independente do gênero, o ser humano entrelaça-se na Teia da Vida ⁵⁵ (CAPRA, 2006) e usa-se de maestria para o controle desta teia, em muitos momentos esquecendo-se do contrato assinado quando da sua origem.

“Homem vem de húmus, que significa terra fecunda. Adão, Adam em hebraico, “criatura humana feita de terra”, provém de Adamá, que quer dizer Mãe-Terra. O ser humano é filho e filha da Mãe-Terra. Ele é a Terra em seu momento de consciência, de responsabilidade e de amor. Estas palavras, Homo-humus, Adam-Adamá, já apontam para a estreita relação do ser humano para com a Terra e através da Terra para com todo o Universo. É nesta conexão que devemos buscar a identificação de sua natureza e de sua missão” (BOFF, 2006, p. 55).

Immanuel Kant ⁵⁶ em seus estudos sobre o Preço e a Dignidade Humana frisou bem que se uma pessoa fizer o bem pensando apenas em seus próprios interesses, esta não estará fazendo um ato moralmente justificado. A ação somente se justificará moralmente se for feita independentemente de qualquer interesse de que o faça, ou seja, se o ato for praticado tão somente por dever, visando sempre o bem, independentemente de quem a isso possa beneficiar. Partindo deste pressuposto asseverado pela ética kantiana seguiremos para uma discussão, a nosso ver bastante pertinente: quando valorizamos a natureza, com suas riquezas e elementos naturais, não somente as árvores ou animais de grande porte, e ressaltamos sua importância e os critérios adotados para as relações intra e inter espécies, consideramos a ética do dever e enobrecemos a dignidade da vida.

"No reino dos fins tudo tem um preço ou uma dignidade. Quando uma coisa tem um preço, pode-se pôr em vez dela qualquer outra como equivalente; mas quando uma coisa está acima de todo o preço, e, portanto, não permite

⁵⁵ Ver CAPRA, Fritjof. **A teia da Vida**: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 2006.

⁵⁶ Popper não se cansou de admirar Kant por sua interpretação de *Iluminismo* enquanto autonomia intelectual. Vejamos a seguinte passagem de Kant tirada de seu livro *Que é Iluminismo*: “O Iluminismo é a emancipação do homem de um estado de tutela que ele impõe a si mesmo [...] da incapacidade de usar sua própria inteligência sem uma orientação externa. Defino esse estado de tutela como “autoimposto” porque é devido não à falta de inteligência, mas sim à falta de coragem e de determinação para usar a inteligência sem ajuda de um guia. *Sapere Aude!* Tens a coragem de usar a tua inteligência! Este é o grito de batalha do Iluminismo” (KANT *apud* POPPER, 1982, p. 204-205).

⁵⁶ “*Enlightenment is the emancipation of man from a state of self-imposed tutelage[...] of incapacity to use his own intelligence without external guidance. Such a state of tutelage I call ‘self-imposed’ if it is due, not to lack of intelligence, but to lack of courage or determination to use one’s own intelligence without the help of a leader. Sapere Aude! Dare to use your own intelligence! This is the battle-cry of Enlightenment*” (KANT, *apud* POPPER, 1989, p. 177).

equivalente, então ela tem dignidade” (I. Kant – Fundamentos da Metafísica dos Costumes, 1785)⁵⁷.

Kant nos convida a discutir sobre a alteridade, a empatia, a igualdade e a equidade. Em linguagem simplista e profunda podemos ressaltar que ter dignidade é ser capaz de viver e deixar que o outro possa ao menos viver sem ser explorado, sem ser discriminado, sem ser extinto; este outro pode ser humano, animal, vegetal, habitante natural da Terra.

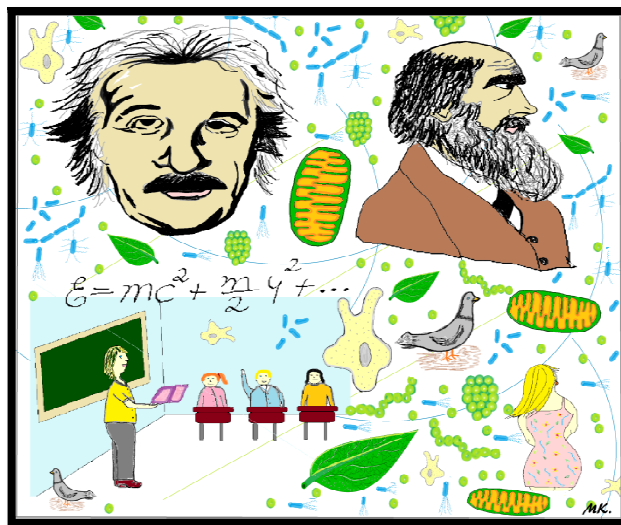
Independente dos gêneros, masculino e feminino, e do posicionamento destes na “pirâmide” Popperiana, bem se sabe que a dignidade não se compra, se tem e se respeita. Todo ser vivo é digno de viver, de enlaçar-se e inter-relacionar, sejam como parasitas, hospedeiros, simbiontes para promoverem o equilíbrio ambiental. Não há preço pela vida. Vida se fecunda, se refaz, se recicla naturalmente. Vida é matéria, e a matéria, para ser reciclada precisa dos habitantes primordiais da Terra, as bactérias. Conjecturalmente proporíamos novas discussões sobre o real posicionamento das bactérias e dos seres humanos nas “pirâmides” Marguliana e Popperiana, respectivamente.

⁵⁷ *"In the kingdom of ends everything has either value or dignity. Whatever has a value can be replaced by something else which is equivalent; whatever, on the other hand, is above all value, and therefore admits of no equivalent, has a dignity"* (KANT, 1978, p. 264).

3 A IDEIA DO CORDÃO/RAIZ, DA SÓCIO-INTERAÇÃO: O VÍNCULO DA VIDA HUMANA COM A NATUREZA NA LINHA NATURAL E SOCIAL

Teceremos uma discussão no viés do Contrato Natural de Michel Serres, filósofo/educador, que apresenta a relação HOMEM/NATUREZA em analogia simbólica e representativa para as relações PROFESSOR/ALUNO ou de Contrato Sócio-educacional de acordo com Lev Vigotski. A Figura 4 foi construída para ser trabalhada e interpretada ao longo da discussão.

Figura 4 – Representação da ideia de Contrato Natural e Contrato sócio-educacional



Fonte: FONSÊCA, 2012

Iniciamos a leitura da Figura 4. Na área superior observamos uma representação de estudos científicos, cientistas e a intrigante ideia da ciência factível e conjectural trabalhando e fortalecendo as ideias de conjecturar teorias evolucionistas com visão antropocêntrica, teorias que não são bem alicerçadas e embasadas ou teorias que somente por existirem são alvos de refutabilidade.

No centro da figura, observamos que o recorte expressivo da molécula da vida, o ácido desoxirribonucleico, nos impulsiona a admitir cientificamente a relação entre a ação gênica e sua relação com o meio ambiente. A forma, estrutura, textura, ações, falas, cor, inteligência e capacidade adaptativa dos seres vivos exaltam a inter-relação entre cadeias de DNA e as variações ambientais, conforme a Teoria Sintética da Evolução proposta por Ernst Mayr (MAYR, 1982). A relatividade está

representada nas estatísticas probabilísticas que contribuem para a manifestação das características individuais.

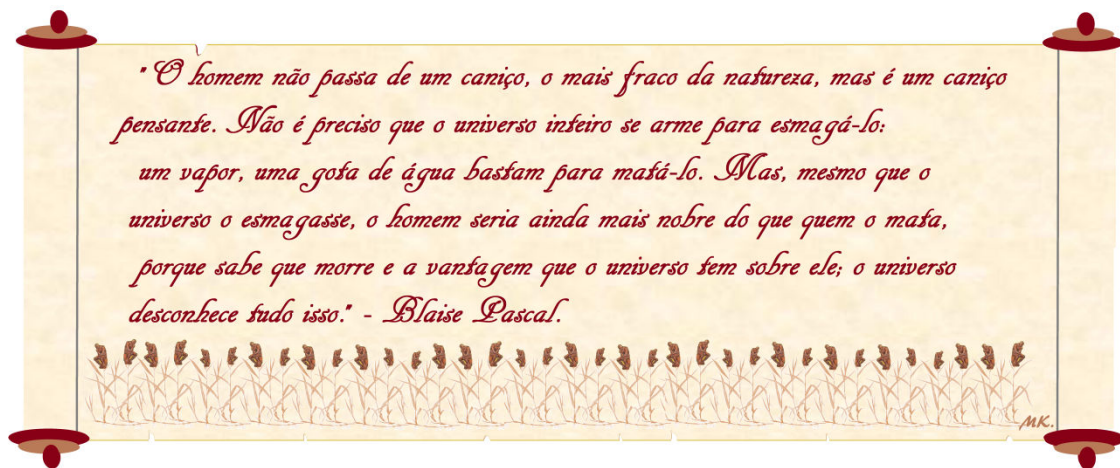
Em toda a figura visualizamos pontos que nos convidam a analisar as diferentes relações instituídas entre o mundo natural e o mundo cultural. Alguns seres possuem adaptação para climas úmidos, outros para climas quentes e secos, mas, não podemos afirmar que todos aqueles que vivem em áreas úmidas não possam sobreviver em áreas quentes e secas, eis a questão Darwiniana quando postula a luta pela sobrevivência na abordagem Popperiana. Em concordância com Dawkins (2009) “a evolução requer mudanças genéticas, mutações. As mutações podem ocorrer durante qualquer divisão celular”. O ambiente influencia diretamente na expressão gênica.

Na parte inferior direita da figura, consideramos o processo endossimbiótico. O microcosmo, representado por bactérias primitivas, teria sua evolução ao longo dos anos compartilhando complexos atômicos e estruturando células eucarióticas (MARGULIS e SAGAN, 2002). Células estas que, entrelaçadas e interconectadas às alterações ambientais, multiplicavam-se e transformavam o ambiente permitindo a adaptação e sobrevivência de outros seres vivos. Como apresentou Popper, *da ameba a Einstein*, podemos tratar a ideia de aglomerações celulares que foram se modificando ao longo de milhões de anos. Observamos que as partes da figura relacionam seres uni e pluricelulares evidenciando continuidade, interação.

A figura nos remete a profundas discussões sobre teorias evolucionistas, teorias cognitivas, métodos científicos e métodos críticos; nos possibilita mergulhar em questionamentos, em dúvidas e, claramente, visualizarmos a ciência como factível e refutável. Como afirma Ferreira (2011) “se algo nos parece evidente e no qual a humanidade acreditou durante milênios se mostra falso, que garantia podemos ter de que não nos engajamos com relação as demais coisas que julgamos verdadeiras?”.

A Figura 5, Caniço Pensante ^{58, 59}, interpreta a visão de Blaise Pascal numa dimensão crítica sobre o ser frágil evolutivamente, e pensante, capaz de conjecturar e refutar.

Figura 5 – Caniço Pensante.



Fonte: FONSÊCA, 2012.

O funcionamento cerebral humano depende das interconexões neuronais. Os neurônios são células responsáveis pela recepção, transformação e transmissão de mensagens ou informações oriundas de sinapses, importantes na construção do complexo mundo do raciocínio, do planejamento, do controle do comportamento humano e da organização da memória. As trocas de experiência com outros indivíduos e as relações de afeto contribuem para a formação cidadã e a padronização da memória biológica humana.

⁵⁸ "O homem não passa de um caniço, o mais fraco da natureza, mas é um caniço pensante. Não é preciso que o universo inteiro se arme para esmagá-lo: um vapor, uma gota de água, bastam para matá-lo. Mas mesmo que o universo o esmagasse, o homem seria ainda mais nobre do que quem o mata, porque sabe que morre e a vantagem que o universo tem sobre ele; o universo desconhece tudo isso. Toda a nossa dignidade consiste, pois, no pensamento. Daí é que é preciso nos elevarmos, e não do espaço e da duração, que não poderíamos preencher. Trabalhem, pois, para bem pensar; eis o principio da moral" ⁵⁸ (PASCAL, 1899, Art. VI, Pensamento n. 347, p.123-124).

⁵⁹ "L'homme n'est qu'un roseau, le plus faible de la nature; mais c'est un roseau pensant. Il ne faut pas que l'univers entier s'arme pour l'écraser : une vapeur, une goutte d'eau, suffit pour le tuer. Mais, quand l'univers l'écraserait, l'homme serait encore plus noble que ce qui le tue, parce qu'il sait qu'il meurt, et l'avantage que l'univers a sur lui; l'univers n'en sait rien. Toute notre dignité consiste donc en la pensée. C'est de là qu'il faut nous relever et non de l'espace et de la durée, que nous ne saurions remplir. Travaillons donc à bien penser: voilà le principe de la morale" (Pascal 1948, Art. VI, Pensée, n.347, p.162-163).

“os genes são os principais autores dos planos de ação. Os cérebros são os executores. Entretanto, à medida que se tornaram mais e mais desenvolvidos, os cérebros assumiram uma parcela cada vez maior das decisões acerca dos próprios planos de ação, lançando mão, ao fazê-lo, de estratégias como a aprendizagem e a simulação” (DAWKINS, 2009).

Neste ponto de nossa discussão trabalharemos dentro do contexto educacional e do contrato natural. O contato com grupos, pensamento, as interações cognitivas com o ambiente e com culturas diferentes proporciona a expressão de significativos contextos de aprendizagem. Vigotski (1998) *apud* Nuernberg (2008) considera que para a criança pequena, pensar consiste em lembrar, para o adolescente, lembrar resulta em pensar, visto que o pensamento domina a memória e a incorpora em seu funcionamento mediado. Em Vigotski o indivíduo constrói um conhecimento à medida que o pensamento é estruturado e tem correlação com o que é vivenciado. O indivíduo depende da interação com outros indivíduos. O pensamento é vinculado à linguagem e a aprendizagem.

“Uma bactéria, ou uma planta, não tem cérebro, mas tem mente. Os organismos mais simples são capazes de percepção, e, portanto de cognição. Eles não vêem, mas, não obstante, percebem mudanças em seu meio ambiente - diferenças entre luz e sombra, entre quente e frio, concentrações mais altas e mais baixas de alguma substância química, e coisas semelhantes. A nova concepção de cognição, o processo do conhecer, é, pois, muito mais ampla que a concepção do pensar. Ela envolve percepção, emoção e ação - todo o processo da vida. No domínio humano, a cognição também inclui a linguagem, o pensamento conceitual e todos os outros atributos da consciência humana. No entanto, a concepção geral é muito mais ampla e não envolve necessariamente o pensar” (CAPRA, 1996, p. 170).

A educação, como sabemos, pertence à esfera do sócio-histórico-cultural. Trata-se de uma emergência precípua e singular da espécie humana – não existente em qualquer outra espécie – e não se reduz simplesmente à dimensão cognitiva, ou seja, não é redutível à dimensão meramente circunscrita ao conhecimento, ou ainda à dimensão epistemológica. A educação requer, além dos aspectos cognitivos, o cultivo de bons valores, a adoção de procedimentos e atitudes que caracterizam um povo e, mais geralmente, caracterizam uma civilização.

O imediatismo, a ansiedade e a cultura ⁶⁰ do repasse de conhecimentos afrontam inquestionavelmente a lógica do Método das Conjecturas e Refutações,

⁶⁰ “Hoy estamos acostumbrados a usar la palabra cultura no en el sentido de un ideal inherente a la humanidad heredera de Grecia, sino en una acepción mucho más trivial que la extiende a todos los pueblos de la tierra, incluso los primitivos. Así, entendemos por cultura la totalidad de

proposto por Popper e, enfraquece o processo de evolução e desenvolvimento do pensamento científico. Precisamente, é no contexto da *Paideia* grega, enquanto polissemicamente cultura e educação, que se abandona o adestramento⁶¹ insuflado por solicitações provenientes de finalidades externas; este adestramento é superado pelos gregos em prol de uma reflexão sobre a própria essência da educação.

Neste contexto Platão⁶² (1996, p. 61) ressalta, pela boca de um de seus personagens aqui representado por Sócrates: “nos tornamos melhores, mais ativos e menos indolentes, se cremos que é um dever procurar o que ainda não sabemos, do que se considerarmos impossível e estranho ao nosso dever a busca da verdade desconhecida”. Sendo assim, convidamos a todos a uma desconstrução^{63, 64} do saber e ao alinhamento das representações sociais e naturais, ao porvir de uma humanidade mais consciente, crítica e reflexiva.

Trabalhar a capacidade de reflexão e organização do pensamento exige envolvimento, interpretação e entendimento sobre a forma de produzir a linguagem escrita, falada e intuitiva. Como envolver conhecimento científico, empirismo, diante da ignorância do pensar, do indagar ideias e ironizar expressivamente? Pode-se produzir conhecimento sem envolver teoria e arte, teoria e práxis, liberdade de formulação de ideias, leitura e a multiculturalidade? Como mentes pensantes, identificadas aqui como professores, envolvem outras mentes pensantes, alunos,

manifestaciones e formas de vida que caracterizam um pueblo. La palabra si ha convertido en un simple concepto antropológico descriptivo. No significa ya un alto concepto de valor, un ideal consciente" (JAEGER, 1954, p. 6).

⁶¹ "Dondequiera que en la história reaparece esta idea, es una herencia de los griegos, y reaparece dondequiera que el espíritu humano abandona la idea de un adiestramiento según fines exteriores y reflexiona sobre la esencia propia de la educación" (JAEGER, 1954, p. 11).

⁶² "SÓCRATES: Examina, agora, o que em seguida a estas dúvidas ele irá descobrir, procurando comigo. Só lhe farei perguntas; não lhe ensinarei nada! Observa bem se o que faço é ensinar e transmitir conhecimentos, ou apenas perguntar-lhe o que já sabe" (PLATÃO, *Mênon*, s/d, p. 59).

⁶³ "Desconstruir a oposição significa, primeiramente, em um momento dado, inverter a hierarquia. Descuidar-se dessa fase de inversão significa esquecer a estrutura conflitiva e subordinante da oposição. Significa, pois, passar muito rapidamente – sem manter qualquer controle sobre a oposição anterior – a uma neutralização que, praticamente, deixa intacto o campo anterior, privando-se de todos os meios de aí intervir efetivamente" (DERRIDA, 1975, p. 48).

⁶⁴ "No método filosófico conhecido como desconstrução, importantes oposições hierárquicas são desmanteladas por um processo duplo que Jacques Derrida caricatura ou caracteriza como 'inversão e deslocamento'. Esse processo está em ação em *Microcosmo*: a humanidade é desconstruída à medida que a hierarquia tradicional – seres humanos recém evoluídos em cima, organismos 'inferiores' evolutivamente mais velhos em baixo – é invertida (MARGULIS, 2002, p. 17).

sem se desvincular de conceitos pedagógicos e metodológicos que suprem a capacidade cognitiva e interpretativa de sujeitos nas relações interpessoais?

Para Piaget (2006; 1976; Inhelder *et al.*, 1978) *apud* Behar (2009, p. 119) “o caráter inovador da interdisciplinaridade está em um mecanismo auto-organizador”, observações, questionamentos e explicações geram novas dúvidas “sendo preciso consultar as disciplinas vizinhas” contribuindo para “superação da inércia de práticas adquiridas”. Os autores remetem à ideia de explorar a capacidade crítica e de gerar dúvidas para se atingir o impasse nas informações emitidas e recebidas. Neste contexto, a evolução do pensamento seria a culminância desta perspectiva, pois, trabalhar com a dúvida relaciona as conjecturas à organização da linguagem.

O ensino autêntico requer concepções de mundo, requer ideias tanto a priori quanto a posteriori, requer respeito mútuo, liberdade de expressão, preservação e cultivo da auto-estima de todos os envolvidos no processo educacional e princípios éticos que rejam a autonomia de cada um e de todo o grupo envolvido (BASTOS FILHO, 2001).

Segundo o Relatório para a UNESCO ⁶⁵ da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI a sobrevivência da humanidade depende de princípios morais como o da aceitação do outro e da aceitação da diferença, exige uma participação colaborativa, participativa e otimista e ressalta a educação como motor do desenvolvimento econômico (DUARTE, 2006). A necessidade de conquista da autonomia intelectual enseja a importância dos 4 pilares educacionais: aprender a aprender, aprender a viver juntos, aprender a fazer e aprender a ser. Aprender a aprender é aprender a adaptar-se, a indagar sobre a própria existência, questionar e apresentar-se resiliente.

A Lei de Diretrizes e Bases Educacionais 1994/96 nos artigos 35 e 36 explicita o currículo voltado para competências e habilidades dentro do processo de ensino-aprendizagem para alcançar autonomia intelectual e o conhecimento dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos. A lei é clara quando determina: ao sair do ensino médio, o aluno deverá ter compreensão do significado das ciências, das artes e das letras (BRASIL, 1996). Aumentando o

⁶⁵ Ver DELORS, J. *et al*, **Educação**: um tesouro a descobrir. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI, São Paulo: Cortez, Brasília: UNESCO, 1998, pp. 89-101.

número de alunos que necessitam de atenção e propostas de ensino mais eficientes, aumenta a preocupação com a formação e capacitação do profissional da Educação, com ênfase nos professores de Ciências e Biologia.

“[...] já antevejo um dia em que a educação incluirá, como prática de rotina a instalação de aptidões humanas essenciais como autoconsciência, autocontrole e empatia, e das artes de ouvir, resolver conflitos e cooperar” (GOLEMAN, 1996, p. 14).

Pesquisas em Educação Especial mostram a falta de material didático apropriado, acessível ao professor que recebe em sua turma alunos que apresentam algum tipo de necessidade especial, inclusive de material bibliográfico para o desenvolvimento de pesquisas, num momento em que pesquisas sinalizam grandes dificuldades enfrentadas pelos alunos das turmas regulares na aprendizagem das disciplinas da área de exatas (BERNARDES, 2010).

“Na área de ciências humanas, por exemplo, é possível haver estudos de direito como é possível haver estudos de sociologia ou de antropologia, ou de história e geografia. Da mesma forma, na área das ciências humanas cabem estudos relativos à gestão, à administração e a outros instrumentos da área, porque são as ciências humanas e suas tecnologias. Na física e na área de ciências da natureza, localizam-se os estudos relativos à física, à química e à biologia e seus desdobramentos de aplicação ou tecnologias. E na área das linguagens encontram-se todas as disciplinas relativas às linguagens, que vão da educação física à língua portuguesa” (KUENZER, 2000).

A política educacional vigente busca solucionar questões a respeito das necessidades de aprendizagem dos alunos seja especial ou não. O que se observa é uma fase de transformação pessoal e profissional, da aceitação do outro, da compreensão das diferenças individuais, da diversidade do agir, do pensar, do falar, dos avanços tecnológicos apresentando a robotização humana e desconsiderando o sentir, o ser e o saber, e, da dificuldade em se trabalhar e conviver com alunos com alguma dificuldade ou deficiência. Perrenoud (2002) afirma que “o refletir durante a ação consiste em se perguntar o que está acontecendo ou o que vai acontecer”, e concordamos que “a escolha de conteúdos conceituais e a forma como eles são abordados em sala de aula tornam-se cada vez mais distantes da realidade vivida, deixando embaçada a visão dos alunos” (LIMA, 2000).

Alunos aprendem tentando. Professores aprendem tentando. Os seres vivos possuem a química da adaptação e as relações sócio interativas proporcionam a

aprendizagem diante das *tentativas e erros* humanos, uns aprendem com os outros, e vice-versa.

“Como estruturas dissipativas, os sistemas vivos são estruturalmente abertos, precisam ser atravessados por fluxos de energia para se manter e, simultaneamente, são organizacionalmente fechados para conservar o padrão que os diferencia como entidade viva. Suas partes formam agregados relativamente autônomos, auto-organizados, mas necessitam estar em permanente comunicação numa complexa rede” (LOIOLA e OLIVEIRA, 2010).

Para Vigotski o homem é um ser social formado dentro de um ambiente cultural historicamente definido, considerando que o conhecimento é construído socialmente e reforçado no papel da linguagem e da aprendizagem desse desenvolvimento. É aí que entra o *dialogismo* que evoca justamente as falas necessariamente envolvendo o *um e o outro*^{66, 67, 68}. Sem a fala do outro, o *sujeito* não se afirma enquanto tal⁶⁹. A linguagem⁷⁰ proporciona o aprender a pensar (RIBEIRO, 2005). Capra (2002) acrescenta que os cientistas sociais considerando conceitos, ideias, imagens e símbolos, configuram a dimensão hermenêutica entendendo que a linguagem humana, sendo de natureza simbólica, envolve a comunicação de um significado atribuído ao ambiente que o rodeia.

Para Borges e Lima (2007) as estratégias metodológicas devem visar à superação da aula meramente verbalística, substituindo-a por práticas pedagógicas capazes de auxiliar a formação de um sujeito competente, apto a reconstruir

⁶⁶ "Qualquer objeto do saber (incluindo o homem) pode ser percebido e conhecido como coisa. Mas o sujeito como tal não pode ser percebido e estudado como coisa porque, como sujeito e permanecendo sujeito, não pode tornar-se mudo; conseqüentemente, o conhecimento que se tem dele só pode ser *dialógico*" (BAKHTIN, 2011, p. 400).

⁶⁷ "Na realidade, toda palavra comporta *duas faces*. Ela é determinada tanto pelo fato de que procede de alguém, como pelo fato de que se dirige *para* alguém. Ela constitui justamente o *produto da interação do locutor e do ouvinte*. Toda palavra serve de expressão a *um* em relação ao *outro*" (BAKHTIN, 2010, p. 117).

⁶⁸ Podemos constatar a notável semelhança entre este princípio dialógico de Bakhtin com o conceito de mediação e de sociointeração de Vigotski.

⁶⁹ "Fundamental para a ocorrência do dialogismo é a relação com o outro, a presença e a valorização constante da alteridade, nunca dissolvida em uma espécie de fusão. Por isso, Bakhtin não considera propriamente dialógica a dialética de base hegeliana, em que as contradições são resolvidas em uma síntese seguida de novas contradições. Além disso, a dialética ignora a singularidade, tornando-se, no dizer de Bakhtin, um diálogo sem vozes, sem falantes (NUTO, 2011).

⁷⁰ A linguagem científica busca a objetividade, comunga da impessoalidade e da explicação conceitual e experimental de eventos. A linguagem cotidiana evidencia a subjetividade, a fala é mais automática. Traçando linhas perpendiculares, ambas são complementares. Ver NEVES, *et al.*, 2004.

conhecimentos e utilizá-los para qualificar a sua vida. É neste contexto que o professor de Ciências e Biologia precisa abusar de metodologias orientativas, criativas e discursivas que proporcionem a organização mental das responsabilidades sociais, redimensionando o espírito crítico, a desenvoltura cidadã de solucionar problemas e de integrar a Ciência ao cotidiano.

“A autonomia constitui-se numa importante categoria conceitual e tem de ser vista em conjunto com uma participação solidária, com a liberdade de expressão, com o exercício da auto-estima, com a educação e com a ética” (BASTOS FILHO, 2001).

Um exemplo da falta de autonomia foi dado por Ortega y Gasset em primoroso depoimento ⁷¹, ao expressar o seu desapontamento e espanto perante a situação por ele encontrada em certos círculos de cientistas que, em nome de uma eficiência meramente instrumental, revelam-se intelectualmente muito limitados.

Dentro da Teoria Sócio-Histórica de Vigotski, a relação do indivíduo com outros grupos sociais, proporcionada pela sua inserção na escola regular, interfere diretamente na elaboração do pensamento e na formação da linguagem do conhecimento. O desenvolvimento humano é produto de trocas recíprocas estabelecidas ao longo da vida, entre o indivíduo e o meio. Logo, o homem transforma e é transformado culturalmente (NEVES e DAMIANI, 2006).

“O modo de ser humano, além da dimensão biológica, faz com que ele desenvolva uma nova forma de existência. Esta forma é a forma simbólica, cultural de ser. Na qualidade de ser simbólico é também ser de relação. Como ser de relação, por intermédio do trabalho e pela linguagem, faz-se homem, e nessa relação é possível atribuição de sentido” (PADILHA, 2005, p. 77).

A teoria Vigotskiana ressurgida, em pleno século XXI, vem reforçar a necessidade de uma nova postura docente para uma maior compreensão da dinâmica do aprender a aprender, do aprender a fazer e, principalmente, a ser. A

⁷¹ “Es un hombre que, de todo lo que hay que saber para ser un personaje discreto, conoce sólo una ciencia determinada, y aun de esa ciencia sólo conoce bien la pequeña porción en que él es activo investigador. Llega a proclamar como una virtud el no enterarse de quanto quede fuera del angosto paisaje que especialmente cultiva y llama dilettantismo a la curiosidad por el conjunto del saber. El caso es que, recluso en la estrechez de su campo visual, consigue, en efecto, descubrir nuevos hechos y hacer avanzar su ciencia, que él apenas conoce, y con ella la enclopedia del pensamiento, que concienzudamente desconoce. ¿Cómo ha sido y es posible cosa semejante? Porque conviene recalcar la extravagancia de este hecho innegable: la ciencia experimental ha progresado en buena parte merced al trabajo de hombres fabulosamente mediocres, y aun menos que mediocres” (ORTEGA e GASSET, 1937, p. 173).

Teoria valoriza a dialética nas inter-relações sócio-educacionais e convida os profissionais da educação para uma nova leitura do processo de ensino-aprendizagem.

A formação acadêmica dos profissionais da educação precisa repensar e instituir em sua matriz curricular a História e a Filosofia da Ciência para prover discussões reflexivas sobre as teorias ditas irrefutáveis que, de certa forma inibem o pensar livremente e a construção crítica do cidadão sócio, político, cultural e ambiental. Pois, “educar para compreender a matemática ou uma disciplina determinada é uma coisa; educar para a compreensão humana é outra” (MORIN, 2002). Para mostrar que o processo educacional tem divisões outras além do âmbito cognitivo *Strictu sensu*, prestemos atenção à seguinte passagem de Paulo Freire que é bastante elucidativa do argumento acima,

“O professor que desrespeita a curiosidade do educando, o seu gosto estético, a sua inquietude, a sua linguagem, mais precisamente, a sua sintaxe e a sua prosódia; o professor que ironiza o aluno, que o minimiza, que manda que “ele se ponha em seu lugar” ao mais tênue sinal de rebeldia legítima, tanto quanto o professor que se exime do cumprimento de seu dever de propor limites a liberdade do aluno, que se furta ao dever de ensinar, de estar respeitosamente presente a experiência formadora do educando, transgride os princípios fundamentais éticos de nossa existência” (FREIRE, 1999: 66).

De forma representativa faremos o exercício da hermenêutica a partir da Figura 6.

Figura 6 – "Metamorphose II" ⁷², Maurits Cornelis Escher (1898-1972)



Fonte: <<http://www.javafile.com/imagefx/metamorph/background.html>>.

Uma colmeia pode representar: a) uma comunidade unida, onde todos têm o mesmo objetivo de trabalho, de conservação ambiental, perpetuação e preservação da espécie; b) uma família com o cuidado da prole, cuidado com a alimentação coletiva, institucionalizada de forma natural e social; c) um tesouro, considerados a dignidade e o valor intrínseco de cada indivíduo que a compõe; d) uma obra de arte, matematicamente expressa com angulações, geometrias, desenhos e entrelaçamentos; f) um habitat embrionário; g) uma sala de aula, com ênfase nos processos organizacionais, evolução do pensamento e da linguagem comunicativa, planejamento e acompanhamento, traçadas dentro dos paradigmas interdisciplinares, contextuais e sensivelmente disposta a transformar e a transformar-se coletivamente. A colmeia nos proporciona um autoconhecimento, auto-organização, contato, significados.

Poderíamos traçar um paralelo com a transmissão do conhecimento exercida por vários profissionais da educação, no entanto, a natureza aceita a transmissão genética, diferente do processo de educar que exige, de acordo com as leis da ciência e do pensamento científico, a inconformidade, o questionamento, o falseamento, a troca de conhecimento.

⁷² "cada figura simplifica em um hexágono regular neste ponto, uma associação de idéias ocorre: hexágonos são remissivos das células de um favo de mel, e mal tem este pensamento ocorreu que uma larva de abelha começa a mexer em todas as células e assim por diante [...]" – "each figure simplifies into a regular hexagon. At this point an association of ideas occurs: hexagons are reminiscent of the cells of a honeycomb, and no sooner has this thought occurred than a bee larva begins to stir in every cell... and so forth, continuing with images of birds, fish and even a city, and then back to abstract shapes and letters" Maurits Cornelis Escher (1898-1972). Disponível em: <<http://www.mcescher.com/>>. Acesso em: 3 dez.2011.

“A teoria da cognição, também chamada teoria de Santiago, consiste na identificação da cognição (processo de conhecimento) com o processo de viver. Nessa teoria a cognição está intimamente ligada à autopoiese (autogeração das redes vivas) que é postulada por mudanças estruturais contínuas que conservam o padrão organizativo em rede. As mudanças constituem a autorrenovação e a criação de novas estruturas, processo desencadeado pelas inter-relações ambientais que promovem alteração no comportamento futuro, ou seja, um aprendizado que se desenvolve continuamente” (LOVATTO, ALTEMBURG, CASALINHO, LOBO, 2011, p. 122-137).

Retomando as discussões sobre o processo simbiótico ambiental consideraremos o exemplo das formigas operárias explicitado por Dawkins (2007): “as formigas operárias carregam um fluxo de alimento muito rico, coletado numa vasta área e transportado até um armazém central”. Traçamos um paralelismo dentro da relação professor-aluno e reforçamos as concepções sobre respeito e valores, sobre a busca do saber (alimento) coletado na área do conhecimento empírico e transportado ao longo das relações simbióticas (leituras e discussões, interpretações, criatividade e criticidade) fertilizando a Terra (pensamento ético e corresponsável) e cultivando sementes inovadoras e contratuais.

A escola tem papel essencial na construção de um ser racional, crítico, autônomo, e na atuação da zona de desenvolvimento real deste indivíduo. Padilha (2005, p. 24) reforça que “a palavra, signo por excelência, ganha sentido com o outro ser humano”, é na relação de troca de experiências que se internalizam conhecimentos.

Então se questiona: Como trabalhar toda a complexidade da Vida, das imposições teóricas e toda linguagem científica aqui expressa dentro dos contratos natural e social? Como apresentar o assunto sobre pensamento ambiental e as relações entre homens e bactérias numa sala de aula? Utilizando as palavras de Fabian (2008, p. 60) para se entender a complexidade do pensamento humano e sua inquietude à procura do saber, “o aparecimento da linguagem argumentativa e crítica e criatividade [...] caracteriza os humanos, que para além da sobrevivência, almejam a transcendência e o ilimitado”.

Poderíamos realizar atividades que visassem à construção de um pensamento crítico e reflexivo com intrigantes perguntas e possibilidades teóricas apresentadas por alunos que *a priori* não teriam conhecimento científico sobre o

tema. Os recortes das produções dos alunos da educação básica seriam submetidos à discussão acadêmica, a grupos de estudos sobre Filosofia da Ciência e as relações entre Homem e Natureza.

“Saber que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Quando entro em uma sala de aula, devo estar sendo um ser aberto a indagações, a curiosidade, as perguntas dos alunos, as suas inibições; um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa que tenho – a de ensinar e não a de transferir conhecimento” (FREIRE, 1999: 52).

Flagelos dos espermatozoides e anterozoides; os cílios dos paramécios; os cílios presentes nas vias aéreas respiratórias; cinetossomos e ondulipódios amebianos que facilitam a busca pelo alimento; micróbios simbiotes que proporcionam a digestão de cupins. Hipóteses instigantes como a da simbiose entre espiroquetas e células eucarióticas poderiam ser desenvolvidas e trabalhadas de forma simples, a partir de metodologias discursivas e dialéticas, com alunos do Ensino Médio e dos anos iniciais dos Cursos de Licenciatura em Biologia e Física do Ensino Superior. Em se tratando de desafio: Como proporcionar a desconstrução do saber pré-estabelecido dentro dos métodos cognitivos acerca das teorias científicas aqui trabalhadas?

As recomendações do Ministério da Educação, consubstanciadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (1999), pela Lei 9.394/96 – Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) e Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1998) sugerem que o ensino das Ciências Naturais, a exemplo da Química, Física e Biologia, bem como da Matemática enquanto Ciência Formal compartilhem dos paradigmas da interdisciplinaridade e da sensibilidade na formação ética e crítica dos alunos da Educação Básica e do Ensino Superior.

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio – DCNEM –, estabelecidas na Resolução CEB n.º 3, de 26 de junho de 1998 (BRASIL, 1998) exige no seu Art. 3º que a prática pedagógica possua coerência com os princípios da Estética da Sensibilidade “estimulando a criatividade, o espírito inventivo, à curiosidade pelo inusitado e a afetividade”, da Política da Igualdade “tendo como ponto de partida o reconhecimento dos direitos humanos e dos deveres e direitos da cidadania” e da Ética da Identidade “buscando superar dicotomias entre o mundo da

moral e o mundo da matéria”. No que diz respeito às propostas pedagógicas e currículos, o Art. 4º estabelece o desenvolvimento “da autonomia intelectual e do pensamento crítico” e a “compreensão do significado das ciências, das letras e das artes”. No Art. 5º as finalidades do Ensino Médio deverão estar voltadas para os conteúdos curriculares que visem à construção de competências cognitivas ou sociais e a adoção de metodologias diversificadas. No Art. 6º “os princípios pedagógicos da Identidade, da Diversidade, da Autonomia, da Interdisciplinaridade e da Contextualização serão adotados como estruturadores dos currículos do ensino médio.” Neste contexto, a interdisciplinaridade e a contextualização deverão ter diálogos permanentes entre as disciplinas para constituir nos alunos a capacidade de analisar, explicar, prever, intervir e relacionar conhecimento científico com o cotidiano (BRASIL, 1998).

Conforme o Art. 3º da Lei 9.394/96 – LDB o Ensino precisa ser regido pelo “princípio da liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber, e no pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas”. Em seu Art. 12 ressalta-se que os estabelecimentos de Ensino, serão incumbidos de articular-se com as famílias e a comunidade, criando processos de integração da sociedade com a Escola. No Art. 13 exige-se a participação dos docentes na elaboração da proposta pedagógica, zelando pela aprendizagem dos alunos (BRASIL, 1996). Sendo assim, a formação e o exercício dos profissionais da educação precisam ser redimensionados. Vejamos o seguinte excerto:

“[...] formar para a vida significa mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos. Significa: saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir; enfrentar problemas de diferentes naturezas; participar socialmente, de forma prática e solidária; ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado” (PCNEM, 2002, p. 9).

Charles Péguy (1904) *apud* Perrenoud (2000) sugere que “a sociedade não pode ensinar quando tem vergonha de ensinar-se” inferindo que o pensamento científico não pode distanciar-se do fazer-se crítico e de retomadas de consciência para proporcionar mudanças nas formas, métodos e matrizes curriculares que ressignifiquem a aprendizagem, o conhecimento e os valores éticos, filosóficos, políticos e ambientais.

4 O PRODUTO

4.1 Fundamentação Teórica

Traremos agora sobre algumas considerações que ajudam a situar os nossos propósitos. O conhecimento científico se desenvolve a partir da busca e da tentativa de encontrar lacunas para falsear uma teoria (FRANCELIN, 2004).

Convergimos para a opinião de que a ciência não pode ser ensinada sem o uso da argumentação, do questionamento e da dúvida. Vejamos que a ciência é factual e refutável conforme o que sugere Einstein e Infeld (1976), “a ciência é uma criação da mente humana, com seus conceitos e ideias livremente inventadas”. Logo, sujeitos conscientes, críticos e criativos precisam saber ensinar, aprender e estimular o desejo de aprender (PERRENOUD, 2000). Dentre os critérios demarcatórios entre a ciência e a não ciência, a refutabilidade se destaca.

Não existe conhecimento definitivo e conclusivo. Prestes *et al* (2009) afirmam que “ideias e teorias científicas não surgem inteiras” são o resultado de “uma construção gradativa e sistemática”. Na construção do conhecimento científico reforça-se a análise contínua e interpretativa, o processo evolutivo das condições do pensamento e da linguagem, a aprendizagem espontânea e criativa e a valorização do senso comum (GOULART, 2005).

Tal como foi o plano inicial de nosso trabalho, os procedimentos adotados incluem duas instâncias. A primeira delas, constituída por duas peças – a dissertação e o artigo –, peças essas nas quais o problema de pesquisa se encontra claramente formulado, bem como, são articulados os referenciais teóricos que o ancoram. Na segunda instância, será proposto o produto que é a terceira peça de nossa presente elaboração, cujos fundamentos teóricos se encontram nas duas peças anteriores pertencentes à primeira instância.

O nosso problema de pesquisa reflete as relações Homem/Natureza a partir do confronto entre o Antropocentrismo Popperiano e a Desconstrução *à la* Derrida de Margulis do ponto de vista de Popper. Refletimos que o exercício da desconstrução para a construção de novos valores e conceitos sobre estas relações

nos é pertinente quando trazemos como emergências a educação, a racionalidade e a dignidade.

No âmbito do ensino de Ciências, com foco na discussão sobre as desconstruções ensejadas, apresentaremos um produto que, ao nosso ver, proporcionará a expressão de ideias, de questionamentos, de possíveis reflexões e dúvidas também sobre as relações entre o mundo natural e o mundo sócio cultural.

4.2 O Produto – arte, design, comunicação e o ensino de Ciências

O produto pretendido, um *blog*, trata dos assuntos esboçados nesta dissertação de forma clara e objetiva, com argumentos voltados para alunos do Ensino Médio e dos anos iniciais dos Cursos de Licenciatura em Biologia e Física do Ensino Superior.

Lançamos mão da Arte, da Ciência e da Filosofia para traçarmos propostas didáticas que contribuam para o ensino das teorias biológicas, ecológicas, evolutivas e Educacionais com o intuito de aguçar a curiosidade, o espírito crítico e o desenvolvimento do pensamento hipotético-dedutivo para a formulação de novos questionamentos, de novas concepções, ampliando o grau cognitivo, a organização do pensamento e redimensionando a prática da leitura e da construção da aprendizagem sócio-coletiva.

A criação do produto: a) envolve um estudo de artes e designs⁷³ que facilite, incentive e permita o processo ensino-aprendizagem; b) visa estimular o poder de reflexão em alunos do ensino médio para o desenvolvimento da conduta filosófica sobre a visão do homem num planeta potencialmente sujeito à devastação ambiental; c) busca apresentar situações problematizadoras sobre o pensamento ambiental e o conhecimento científico-filosófico incorporando às práticas extensionistas e investigativas realizadas com alunos do ensino superior; d) considera o tipo de linguagem, específica para cada grupo; e) embasa-se na facilidade de divulgação utilizando as redes sociais e sua otimização e, f) envolve a produção de questões.

⁷³ “A palavra design, em inglês, significa projetar, compor visualmente” (BEHAR, 2009, p. 35).

O Design Pedagógico proposto por Behar (2009) incita integração entre fatores técnicos, gráficos e pedagógicos na fase de planejamento e elaboração de materiais educacionais digitais, considerando a contextualização, a interdisciplinaridade, a interação aluno-aluno-professor, a racionalidade na construção do pensamento científico, a criticidade, a ação e produção de linguagem interativa, estruturada e embasada. A ideia do Design Pedagógico alimentou a fase inspiradora de construção do produto.

Os dados para a construção do *blog* foram levantados a partir da necessidade de apresentar algo criativo e inovador que facilite o processo de ensino-aprendizagem. Para tanto, as pesquisas de imagens ilustrativas e a construção de perguntas contextuais constituem uma parte do produto.

Para alimentar discussões e propor conjecturas a respeito do tema apresentado foram utilizadas, ao longo da dissertação, figuras com ideias hipertextuais e contextualizadas apoiadas nas obras de Hunter Cole ⁷⁴ (Endosymbiosis), Maurits Cornelis Escher ⁷⁵ ("Metamorphose II" 1898-1972), "Protoza in Real Time" criada por estudantes de uma classe de biologia da *Bucks Co. Community College* (EUA) e uma montagem de imagens interconectadas que representa a fusão dos pensamentos aqui discutidos.

Buscamos elaborar um produto que compartilhe também da proposta inclusiva do ensino de Ciências respeitando a diversidade educacional e cultural. E, nesta perspectiva, concordamos com Behar (2009, p. 39) quando afirma sobre "a potencialidade da imagem junto à contextualização do conteúdo na sociedade em vigor, com o objetivo de unir a teoria à prática e à realidade".

⁷⁴ Artista internacional. geneticista experiente, Hunter Cole, ex-Hunter O'Reilly, reinterpreta a ciência como arte através de abstrações, arte digital e instalações. Ela tem um Ph.D. e Mestrado em Genética da Universidade de Wisconsin-Madison, e um Bachelor of Science pela Universidade da Califórnia-Berkeley. Ensina biologia e arte na Loyola University Chicago. Criou um curso de Biologia, através da arte, onde os estudantes têm a oportunidade de criar obras de arte inovadoras em um laboratório de biologia. Disponível em: <<http://www.huntercole.org/>>. Acesso em: 22 nov.2011.

⁷⁵ Maurits Cornelis Escher (1898-1972) é um dos mais famosos artistas gráficos. Ele é mais famoso por suas chamadas estruturas impossíveis, como ascendente e descendente, Relatividade, Impressão sua transformação, como Metamorfose I, II e Metamorfose Metamorfose III, Sky & Water I ou répteis. Disponível em: <<http://www.mcescher.com/>>. Acesso em: 22 nov.2011.

Em seguida, escrevemos sobre as partes integrantes do *blog*, com a apresentação da proposta de trabalho para alunos do Ensino Médio e para alunos dos anos iniciais dos Cursos de Licenciatura em Biologia e Física do Ensino Superior, a partir do uso de “*brainstorm*”, do uso da arte (telas, pinturas, quadros) e da metodologia de projetos.

4.2.1 Parte 1 – “*Brainstorm*” como fonte de inquietude cerebral

O “*Brainstorm*” é sinônimo de tempestade de ideias para obtenção de dados, informações e soluções de problemas, ao mesmo tempo em que propicia a organização do pensamento, com desconstruções e reconstruções sobre os temas científicos relevantes.

Como proposta de trabalho apresentamos os **Anexo 1 – Exercício 1** e **Anexo 2 – Exercício 2** que trazem explicitamente palavras e nomes dos grandes filósofos, educadores, cientistas, para serem correlacionadas com os temas destacados e defendidos por estes grandes pensadores.

A ideia do **Anexo 3 – Exercício 3** reside em proporcionar momentos de “*brainstorm*” que estimulem o pensamento, a linguagem e o exercício da racionalidade crítica. Para Vigotski a construção de um pensamento crítico respalda-se na sócio interação focado na construção da autonomia visto que, a observação e o compartilhamento de pensamentos e linguagem possibilitam a interação e o entendimento e, contextualizando Kant, o conhecimento necessariamente requer considerações *a priori* a fim de se contornar a variada gama de experiências do mundo.

No **Exercício 3** trazemos à baila algumas questões sobre o essencialismo de Platão contrapontando o desenvolvimento de ideias evolucionistas de Ernst Mayr.

No **Anexo 4 – Exercício 4**, apresenta, de forma exemplificada, o conceito de Causa Final defendido por Aristóteles em discordância com os argumentos evolucionistas de Ernst Mayr sobre a inexistência de finalidades.

4.2.2 Parte 2 – A arte como inspiração para conjecturas e refutações

“Ensinar o ato criador da arte é impossível; entretanto, isto não significa, em absoluto, que o educador não pode contribuir para sua formação e manifestação. Através da consciência penetramos no inconsciente, de certo modo podemos organizar os processos conscientes de maneira a suscitar através deles os processos inconscientes, e todo o mundo sabe que qualquer ato artístico incorpora forçosamente como condição obrigatória os atos de conhecimento racional precedentes, as concepções, identificações, associações etc” (VIGOTSKI, 1999, p. 325).

Apresentamos a seguir uma proposta de trabalho que impulse uma visão crítica dentro da temática filosófica e científica sobre a Teoria Endossimbiótica de Lynn Margulis utilizando arte, design e linguagem científica.

Trazemos o **Anexo 5 – Exercício 5** que pode ser utilizado de várias formas pelo professor. A **Figura – Enlaces** e um trecho da dissertação com algumas palavras grifadas poderão ser utilizadas em momentos de construções coletivas, debates, fórum, entre outros; e para correlacionar com a imagem em um Fórum de debates sobre Antropologia e Biologia. Este fórum encontra-se aberto na área de comentários do Blog.

Alunos poderão ser convidados a refutar as ideias apresentadas no trecho a partir de pesquisas e leituras prévias sobre conservação de energia, submissão humana ao regime ambiental de sobrevivência, condição de vida na Terra, evaporação/transpiração, ética do dever, preço e dignidade humana e o essencialismo de Platão. Para facilitar a interação com a tecnologia educacional o professor poderá passar para os alunos o endereço eletrônico do blog; por outro lado, poderá imprimir trechos importantes dos comentários apresentados pelos alunos e sugerir um debate em sala de aula.

O **Anexo 6 – Exercício 6** sugere construção de conhecimento grupal. O professor poderá: a) distribuir cópias da **Figura “Metamorphose II”**, Maurits Cornelis Escher (1898-1972); b) solicitar que cada grupo: interprete a imagem; registre os critérios de igualdade e desigualdade, que possibilite uma desconstrução da "pirâmide" marguliana; relacione o estudo da matemática com as ciências biológicas; e, envolver questões pertinentes ao conteúdo trabalhado pela imagem numa visão interdisciplinar.

No **Anexo 7 – Exercício 7** são apresentadas algumas obras de arte, hipertextuais e contextuais para atender à dinâmica do conjecturar e refutar dentro do processo de ensino-aprendizagem de alunos do Ensino Médio e dos anos iniciais dos Cursos de Licenciatura em Biologia e Física do Ensino Superior. Elaboramos algumas questões que poderão ser discutidas durante aulas, palestras ou em exposições que tratem sobre a evolução e ecologia utilizando métodos cognitivos para desconstrução e reconstrução da aprendizagem.

4.2.3 Parte 3 – A Pedagogia de Projetos^{76, 77, 78, 79} articuladora da sócio interação

“Os alunos precisam estabelecer relações entre as informações e gerar conhecimento [...]. O que interessa são as operações que o aprendiz possa realizar com estas informações, as coordenações, as inferências possíveis, os argumentos, as demonstrações. Pois, para construir conhecimento, é preciso reestruturar as significações anteriores, produzindo boas diferenciações e integrando ao sistema as novas significações. Esta integração é resultado da atividade de diferentes sistemas lógicos do sujeito, que interagem entre si e com os objetos a assimilar ou com os problemas a resolver. Finalmente, o conhecimento novo é produto de atividade intencional, interatividade cognitiva, interação entre os parceiros pensantes, trocas afetivas, investimento de interesse e valores” (FAGUNDES, MAÇADA E SATO, 1999 p. 24).

⁷⁶ Sobre a pedagogia de projetos, Oliveira (2006, p. 10-13) afirma que “a nova concepção de projeto propõe a presença, na escola, dos temas emergentes, de um currículo integrado, de uma complexidade que abarque um enfoque globalizador, no qual a interdisciplinaridade se faça presente” e ainda “a experiência com projetos nas escolas tem se mostrado eficiente no desenvolvimento das inteligências múltiplas, no trabalho com os conteúdos atitudinais e procedimentais” (p. 13). Acrescenta “O trabalho com a Metodologia de Projetos é baseado na problematização. O aluno deve ser envolvido no problema, ele tem que investigar, registrar dados, formular hipóteses, tomar decisões, resolver o problema, tornando-se sujeito de seu próprio conhecimento. O professor deixa de ser o único responsável pela aprendizagem do aluno e torna-se um pesquisador, o orientador do interesse de seus alunos. Levanta questões e se torna um parceiro na procura de soluções dos problemas, gerencia todo o processo de desenvolvimento do projeto, coordena os conhecimentos específicos de sua área de formação com as necessidades dos alunos de construir conhecimentos específicos” (p. 13).

⁷⁷ “Metodologia de Projetos, ou Pedagogia de Projetos. [...] os projetos de trabalho são executados pelos alunos sob a orientação do professor visando a aquisição de determinados conhecimentos, habilidades e valores” (MOURA e BARBOSA, 2006, p. 12).

⁷⁸ “A função do projeto é favorecer a criação de estratégias de organização dos conhecimentos escolares em relação a: 1) o tratamento da informação, e 2) a relação entre os diferentes conteúdos em torno de problemas ou hipóteses que facilitem aos alunos a construção de seus conhecimentos, a transformação procedente dos diferentes saberes disciplinares em conhecimento próprio” (HERNANDEZ e VENTURA, 1998, p. 61).

⁷⁹ “Podemos e fazemos transmitir “ideias” preparadas, ideias “feitas”, aos milheiros; mas geralmente não nos damos muito trabalho para fazer com que a pessoa que aprende participe de situações significativas onde sua própria atividade origina, reforça e prova idéias – isto é, significações ou relações percebidas. Isso não quer dizer que o docente fique de lado, como simples espectador, pois o oposto de fornecer ideias já feitas e matéria já preparada e de ouvir se o aluno reproduz exatamente o ensinado, não é inércia e sim a participação na atividade. Em tal atividade compartilhada, o professor é um aluno e o aluno é, sem saber, um professor – e, tudo bem considerado, melhor será que, tanto o que dá como o que recebe a instrução, tenham o menos consciência possível de seu papel” (DEWEY, 1959, p. 176).

Para trabalhar com alunos do Ensino Médio portadores ou não de deficiência, dentro da linha do conservacionismo/preservacionismo crítico e construtivo, apresentamos o PROJETO AMBIENTE LAGUNAR que tem proposta de trabalho com duração semestral e visa à participação ativa dos alunos na conservação da comunidade e o conhecimento de sua história de forma interdisciplinar e inclusiva, considerando como competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos: a) Reconhecer a situação local do meio ambiente com a finalidade de preservação do mesmo; b) Descrever o processo de conservação e higiene do pescado; c) Pesquisar sobre a história local da comunidade, acontecimentos relevantes para conhecimento de suas origens; d) Identificar elementos matemáticos no processo de captura, triagem e negociação do pescado; e) Identificar os mecanismos de orientação no ambiente lagunar; f) Elaborar mapas da comunidade identificando principais pontos e hidrografia da região; g) Descrever o clima e tipo de vegetação existente no ambiente; h) Diferenciar a linguagem local e a linguagem científica no processo de construção da aprendizagem crítica; i) Identificar tentativas e erros dos seres vivos ao longo do processo de adaptação ambiental.

Este projeto pode contar com a participação da Direção, Coordenadores e Professores de Matemática, Geografia, História, Ciências, Educação Artística, Filosofia e Língua Portuguesa e toda a comunidade.

Dentro dos conhecimentos que podem ser explorados, destacam-se:

- Matemática: operações básicas, porcentagem, estatística;
- Ciências: meio ambiente, conservação x preservação, ecologia profunda, adaptação e seleção natural;
- Filosofia: pensamento, cognição, essência e dignidade;
- História: civilizações, sociedades, cidadania;
- Geografia: biomas, biodiversidade e co-responsabilidade ambiental;
- Português: figuras de linguagem, ortografia, pontuação, interpretação de textos, estrutura dos textos (notícias, propagandas, blogs, links, etc);
- Educação Artística: desenho, cores e enlases.

As atividades a serem desenvolvidas podem atender aos itens abaixo.

Matemática

- Solicitar que os alunos acompanhem os pescadores durante a negociação do pescado, para que sejam discutidas as ideias de comercialização, custo, lucro, estoque e extinção de espécies, considerando os processos empíricos da aprendizagem e o conhecimento popular;
- Convidar os alunos para: a) elaborar tabela nutricional com percentual de necessidades diárias de alimentos provenientes da fauna e flora lagunar; b) elaborar gráficos estatísticos relativo à ocupação turística estabelecendo correlações entre quantidade de alimentos e densidade demográfica.

Ciências

- Convidar os alunos para: a) realizar um levantamento fotográfico da região para discutir junto à comunidade sobre a situação ambiental, os processos adaptativos existentes entre os seres da região e a participação humana no sistema natural; b) listarem problemas ambientais encontrados no levantamento e proporem soluções criativas para esses problemas; c) pesquisar receitas típicas da região e descrever modo de preparo, conservação, ingredientes e informações nutricionais para propor discussões na vertente da teia histórica e ecológica. Os problemas e as soluções deverão estar contemplados em uma tabela e postados no blog ao longo do desenvolvimento do projeto.

História

- Convidar os alunos para: a) entrevistar moradores da região lagunar para buscar dados sobre a origem da comunidade e traçar um paralelo social-natural com a origem endossimbiótica da vida a partir da construção de uma linha do tempo com os acontecimentos e desenvolvimento da região e a origem da fauna e flora lagunar.

Geografia

- Convidar os alunos e a comunidade para: a) uma aula no campo para conhecer e caracterizar os biomas da região, enfatizando o diálogo sobre a ecologia profunda e o antropocentrismo; b) pesquisar e confeccionar gráficos com dados coletados pelo censo familiar (idade, escolaridade, ocupação, renda per capita e outros) e discutir a relação de co-responsabilidade ambiental e planejamento familiar;

Português e Educação Artística

- Proporcionar momentos de: a) leitura e interpretação de textos selecionados pelos alunos, professores e comunidade; b) produção de textos informativos sobre o conteúdo pesquisado; c) confeccionar um dicionário a ser utilizado por toda comunidade escolar; d) produção de poesias, paródias, literatura de cordel ou quadrinhos utilizando a vivência dos alunos na comunidade;
- Organizar um concurso literário.

Filosofia

- Convidar os alunos para trabalhar a dialética sobre essência e dignidade. Para esta proposta poderá ser utilizada a imagem "Metamorphose II", Maurits Cornelis Escher (1898 - 1972)

4.3 Análise dos Resultados do Produto

Com base na produção do *blog* pretendemos subsidiar e dinamizar as discussões sobre o conhecimento filosófico-científico e a importância da crítica-reflexiva na formação de alunos do Ensino Médio e dos anos iniciais dos Cursos de Licenciatura em Biologia e Física do Ensino Superior, considerando as potencialidades da relação HOMEM/NATUREZA. O blog poderá servir de ferramenta auxiliar e complementar das aulas de professores bem como, um instrumento de aprendizagem para os alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendemos que o método das *tentativas e erros* praticado por toda a diversidade biológica não coincide, propriamente, com o método científico. Se este fosse considerado como científico então nada mais justo seria que atribuir às bactérias o *status* de cientistas. Mas este não é o caso. O método científico requer ir além do simples âmbito do processo recursivo ensejado pelo mero binômio tentar/errar.

Um segundo ponto discutido nesta dissertação foi a ideia antropocêntrica de Popper e a inversão da pirâmide biológica à *la* Derrida proposta por Lynn Margulis e Dorian Sagan em relação à proposta da pirâmide Popperiana. Considerou-se que o homem interacionista, corresponsável pela relação entre o ser racional e o não racional e defensor da dignidade da vida, tem o mesmo direito que toda diversidade biológica. Pois, independentemente do gênero, o ser humano precisa entrelaçar-se com maestria com o microcosmo alicerçador da teia da vida.

Com a proposta de inversão Marguliana e diante das discussões apresentadas ao longo do estudo acreditamos que a figura geométrica que melhor expresse a relação HOMEM/NATUREZA seja a de um círculo referindo-se a ideia de ciclos, intensificada em todo e qualquer critério ecológico e de diversidade vida. Podemos assim, descartar a figura geométrica pirâmide e, mais uma vez sugerimos um novo pensar sobre as dimensões HOMEM/NATUREZA conjecturando e refutando as teorias discutidas.

Evidencia-se que o pensamento crítico não possa distanciar-se do fazer-se crítico, e neste contexto, consideram-se as tomadas de consciência profissional para proporcionar aulas que ressignifiquem a aprendizagem e o conhecimento, a reconstrução de valores éticos, morais e ambientais. Para tanto, é preciso investir em capacitações pedagógicas, em sensibilizações sobre a realidade filosófico-ambiental, e, em propostas de ensino que priorizem os quatro pilares da educação: aprender a ser, aprender a fazer, aprender a viver junto e aprender a aprender. Considerando Calderón, Pessanha e Soares (2007) “a pesquisa é um elemento inerente às atividades de ensino” e o aluno precisa aprender a questionar e a debruçar-se sobre referências bibliográficas que estimulem o desejo de aprender,

entendendo que as respostas científicas, ensejadas em teorias podem ser refutadas, levadas a outros questionamentos e a considerações representativas.

Não se deseja aqui desvincular uma construção científica do aparato sociológico, filosófico, mas apenas, instigar o pensamento sobre os mais variados aspectos de construção da capacidade de relação humana com a natureza, seu raciocínio diante das necessidades e dependências de sua espécie, sua ligação e esquecimento em relação a outrem, e de certa forma traçar paralelos com as potencialidades adaptativas bacterianas em expressar linguagem comunicativa bioquimicamente evidente.

Ao confrontarmos os pensamentos respectivamente de Popper e de Margulis enquanto um dos objetivos precípuos para ensejar esta reflexão, que pretendemos que redunde, em uma segunda instância, em uma intervenção em sala de aula para o ensino médio e os primeiros anos do ensino superior, temos em mente que um dos focos centrais da mesma é a categoria ***dignidade dos seres que compõem tanto a diversidade biológica quanto os seres abióticos.***

Diante deste amplo contexto, os princípios de interdisciplinaridade e da sensibilidade precisam reger as normas e diretrizes educacionais para a educação básica e ensino superior, buscando sempre a integralidade, o respeito à diferença, a autonomia do pensamento intelectual, a liberdade. Uma discussão entre as Ciências Exatas e Humanas poderia facilitar o processo de ensino-aprendizagem e permitir uma maior interação entre o conhecimento científico e o conhecimento popular, entre a crítica e a razão, entre o discernimento e as conjecturas, entre o saber definitivo e o saber questionável.

Sendo assim, admitimos por um lado a existência das vias parasitárias da construção do conhecimento e, por outro lado a necessidade de uma abordagem redirecionada para as multifacetas das inteligências múltiplas e a essência da autonomia intelectual. Pois, o cárcere que alimenta a pobreza do conhecimento e o compartilhamento deste, pode dilacerar culturas e empobrecer uma humanidade, proporcionando a relação opressora de parasitas patógenos e exímios hospedeiros do pensamento verticalizado.

REFERÊNCIAS

- ALBERTS, B. et al. **Biologia molecular da célula**. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- ALLABY, M. James Lovelock. In: PALMER, J. A. (Org.). **50 grandes ambientalistas: de Buda a Chico Mendes**. São Paulo: Contexto, 2006. p. 223-229.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia dos organismos**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- ARRUDA, A. **Uma contribuição às novas sensibilidades com relação ao meio ambiente**: representações sociais de grupos ecologistas e ecofeministas cariocas. Tese (Doutorado em Psicologia Social) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- BAKHTIN, M. **Marxismo e filosofia da linguagem**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2010.
- _____. **Estética da criação verbal**. 6. ed. São Paulo: WMF; M. Fontes, 2011.
- BASTOS FILHO, J. B. A. **Ciência normal e a educação são tendências opostas?** 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: Unesco, 2001.
- BEHAR, P. (Org.). **Modelos pedagógicos em educação à distância**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- BERNARDES, A. O. Discutindo a questão da educação inclusiva. **Educação Pública**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: Fundação Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/educacao/0249.html>>. Acesso em 24 jun. 2010.
- BOFF, L. Identidade e complexidade. In: CASTRO G.; CARVALHO, E.; ALMEIDA, M. (Org.). **Ensaio de complexidade**. Porto Alegre: Sulina, 2006.
- BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1. 2007. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART10_Vol6_N1.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº 9.394, Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 dez. 1996. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: adaptações curriculares estratégias para a educação de alunos com necessidades educacionais especiais. Brasília, 1999.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio**: orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, DF, 2002.

BRUNS, César B. **Curso de formação de condutores para a obtenção da permissão para dirigir e da autorização para conduzir ciclomotores**. 31. ed. Curitiba: Tecnodata, 2011.

CALDERÓN, A. I. et al. **Educación superior**. construindo a extensão nas IES particulares. São Paulo: Xamã, 2007.

CAPRA, F. **As conexões ocultas**: ciência para uma vida sustentável. São Paulo: Cultrix, 2002.

_____. **A teia da vida**: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 2006.

COOPER, D. E. Arne Naess. In: PALMER, J. A. (Org.). **50 grandes ambientalistas**: de Buda a Chico Mendes. São Paulo: Contexto, 2006. p. 214-218.

CURTIS, H, et al. **Invitación a la biología**. 6. ed. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2006.

DARNIL, S.; LE ROUX, M. **80 Homens para mudar o mundo**. São Paulo: Clio, 2009.

DELORS, J. et al. Educação: um tesouro a descobrir. In: UNESCO. **Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI**. São Paulo: Cortez; Brasília, DF, 1998, p. 89-101.

DERRIDA, J. **Posições**. Lisboa: Plátano Editora, 1975.

DESCARTES, R. **Discours de la méthode**. In: Oeuvres et Lettres, Paris: Bibliothèque de la Pléiade, André Bridoux, 1952 [originalmente publicado em 1637].

_____. **Discurso do Método**. In: Coleção Os Pensadores, Vol. Descartes-I, 4.ed. São Paulo: Nova Cultural, 1987. [originalmente publicado em 1637].

_____. **Discourse on Method**. In: Great Books of the Western World, Vol.31, Descartes, Encyclopaedia Britannica, INC, William Benton Publisher, Chicago, London, etc. 1952, 22^a impressão, 1978. [originalmente publicado em 1637].

DEWEY, John. **Democracia e educação**. 3. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

DUARTE, N. **Vigotski e o “aprender a aprender”**: crítica às apropriações neo-liberais e pós-modernas da Teoria Vigostskiana. 4. ed. Campinas: Autores Associados, 2006.

EINSTEIN, A.; INFELD, L. **A evolução da física**. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

FABIAN, E. P. **A aproximação de Popper com a epistemologia evolucionária**. 2008. 58 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2008.

FAGUNDES, L. C. et al. **Aprendizes do futuro**: as inovações começaram! Brasília, DF, 1999.

FERREIRA, A. O. **Liberdade e filosofia**: da antiguidade a Kant. Curitiba: Ibpx, 2011.

FILIPPI, M. Introduzione all'edizione italiana. In: PATTERSON, C. **Un' eterna treblinka**, Roma: Riuniti, 2003.

FRANCELIN, M. M. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. **Ciência da Informação**, v. 33, n. 3, 2004. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/viewArticle/620/553>>. Acesso em: 7 jul. 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

GLOTFELTY, C. Susan Griffin. In: PALMER, J. A. (Org.). **50 grandes ambientalistas**: de Buda a Chico Mendes. São Paulo: Contexto, 2006. p. 292-299.

GOLEMAN, D. **Inteligência emocional**: a teoria revolucionária que redefine o que é ser inteligente. 3. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 1996. p. 14.

GOULART, S. M. História da Ciência: elo da dimensão transdisciplinar no processo de formação de professores de ciências. In: LIBÂNEO, José Carlos; SANTOS, Akiko. **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade**. Campinas: Alínea, 2005. p. 203-213.

GRIFFIN, N. Val Plumwood. In: PALMER, J. A. (Org.). **50 grandes ambientalistas**: de Buda a Chico Mendes. São Paulo: Contexto, 2006. p. 280-286.

GRIFFIN, S. **Made from this Earth**: an anthology of writings, London: Women's Press, 1982; New York: Harper e Row, 1983.

HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho**: o conhecimento é um caleidoscópio. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

JAEGER, W. **Paideia**: los ideales de la cultura griega. Tradução para o espanhol do original alemão Paideia, die Formung des grieschischen Menschen. México: Fondo de Cultura Económica, 1948-1953. 3 v.

JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

KANT, I. **Fundamentação da metafísica dos costumes**. Coimbra: Biblioteca Filosófica Atlântica, 1960.

_____. **Fundamental principles of the metaphysic of morals**. New York: Bobbs-Merrill, 1949. In: Great Books of the Western World, v.42, Imanuel Kant, Encyclopaedia Britannica, INC, William Benton Publisher, Chicago, London, etc. 1952, 22ª impressão, 1978.

_____. **Fundamentos da metafísica dos costumes**, 1785. Disponível em: <<http://educaterterra.terra.com.br/voltaire/cultura/2004/02/11/001.htm>>. Acesso em: 5 set. 2011.

KARP, G. **Biologia celular e molecular**: conceitos e experimentos. 3. ed. São Paulo: Manole, 2005.

KUENZER, A. Z. O ensino médio agora é para a vida: entre o pretendido, o dito e o feito. **Educação & Sociedade**, Ano 21, n. 70, abr. 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/es/v21n70/a03v2170.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

LAKATOS, I. O Falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica. In: Lakatos, I; Musgrave, A. (Org.). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix; Editora da Universidade de São Paulo, 1979. p. 109-243.

LAPLANE, A. L. F.; BATISTA, C. G. Ver, não ver e aprender: a participação de crianças com baixa visão e cegueira na escola. **Caderno Cedes**, Campinas, v. 28, n. 75, p. 209-227, maio/ago. 2008. Disponível em: <<http://www.cedes.unicamp.br>>. Acesso em: 21 jun. 2010.

LIMA, L. M. S. **O Tao da educação**: a filosofia oriental na escola ocidental. São Paulo: Ágora, 2000.

LOVATTO, P. B. et al. Ecologia Profunda: O despertar para uma educação ambiental complexa. **REDES**, Santa Cruz do Sul, v. 16, n. 3, p. 122-137. set./dez. 2011.

LOVELOCK, J., **Gaia**: a new look at life on earth. Disponível em: <<http://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/us/gaia.htm>>. Acesso em: 26 abr. 2012.

MARGULIS, L.; SAGAN, D. **Microcosmos quatro bilhões de anos de evolução de nossos ancestrais microbianos**. São Paulo: Cultrix. 2002.

MAYR, E. **Biologia ed evoluzione** (Varietá, Mutamenti e Storia del Mondo vivente). Turim: Boringhieri, 1982.

McDONOUGH, W. Arquiteto para o planeta. In: DARNIL, S.; LE ROUX, M. **80 Homens para mudar o Mundo**. São Paulo: Clio Editora, 2009. p. 145-150.

MELLO, G. N. de. **Diretrizes curriculares para o ensino médio**: por uma escola vinculada à vida. 1999. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/rie20a06.htm>>. Acesso em: 5 set. 2011.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 11. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2006.

MOURA, D. G.; BARBOSA, E. F. **Trabalhando com projetos**: planejamento e gestão de projetos educacionais. Petrópolis: Vozes, 2006.

NEVES, I. C. B.; et al. **Ler e escrever**: Compromisso de todas as áreas. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

NEVES, R. A., DAMIANI, M. F. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. **UNirevista**, v. 1, n. 2, abr 2006.

NÓVOA, A. À escola o que é da escola. **Revista Nova Escola**, São Paulo, Ano. 2, n. 8, p. 18-20, jun./jul. 2010.

NUEMBERG, A. H. Contribuições de Vigotski para a educação de pessoas com deficiência visual. **Psicologia em Estudo**. Maringá, v. 13, n. 3, p. 307-316, abr./jun. 2008.

NUTO, J. V. C. Dostoiévski e Bakhtin: a filosofia da composição e a composição da filosofia. **Bakhtiniana**, São Paulo, v. 1, n.6, p. 129-142, jul./dez. 2011.

OLIVEIRA, C. L. **Significado e contribuições da afetividade, no contexto da metodologia de projetos, na educação básica**. 2006. Dissertação. Capítulo 2, CEFET-MG, Belo Horizonte-MG. Disponível em: <http://www.tecnologiadeprojetos.com.br/banco_objetos/%7B28A0E37E-294A-4107-906C-914B445E1A40%7D_pedagogia-metodologia.pdf>. Acesso em: 2 fev.2012.

ORTEGA y GASSET, J. **La rebelión de las masas**. Madrid: Espasa Calpe, 1937. p. 173.

PADILHA, A. M. L. **Práticas pedagógicas na educação especial**: a capacidade de significar o mundo e a inserção cultural do deficiente mental, 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2005.

PALMER, J. A. **50 grandes ambientalistas**: de Buda a Chico Mendes. São Paulo: Contexto, 2006.

PASCAL, B. **Pensées**. Paris: Librairie Garnier Frères, 1948.

_____. Pensamentos. In: OS PENSADORES. 4. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

PEOPLES, O. Bioplástico: isso é fantástico. In: DARNIL, S.; LE ROUX, M. **80 Homens para mudar o Mundo**. São Paulo: Clio Editora, 2009. p. 156-160.

PERRENOUD, P. **10 novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

_____. **A prática reflexiva no ofício de professor**: profissionalização e razão pedagógica. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PLATÃO. Mênon. In: DIÁLOGOS: Mênon-Banquete-Fedro. Tradução direta do grego por Jorge Paleikat, São Paulo: Ediouro, [s.d].

_____. **Mênon**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1996.

POPPER, K. R. **All life is problem solving**. London: Routledge, 1999, p. 47.

_____. **Conjecturas e refutações**. Brasília, DF: Editora da UnB, 1982.

_____. **Conjectures and refutations**: the growth of scientific knowledge. 5. ed. revista. Londres: Routledge, 1989.

_____. **Knowledge and the body-mind problem**: in defense of interaction. Routledge, 1994, p. 54-55.

_____. **Tutta la vita è risolvere problemi**. Milão: Bompiani, 2001, p. 230-263.

PRESTES, M. E. B. et al. As origens da classificação de plantas de Carl Von Linné no ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 101-137. 2009. Disponível em: <<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-04-Maria-Elice-Prestes-et-al.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2011.

PURVES, W. K. et al. **Vida**: a ciência da biologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

RIBEIRO, A. M. **Curso de formação profissional em educação infantil**. Rio de Janeiro: EPSJV; Creche Fiocruz, 2005.

RUPPERT, E. E. et al. **Zoologia dos invertebrados**: uma abordagem funcional-evolutiva. São Paulo: Roca, 2005.

SANTOS, C. R.; MANGA, V. P. B. B. Deficiência visual e ensino de biologia: pressupostos inclusivos. **Revista FACEVV**, Vila Velha, n. 3, p. 13-22. jul./dez. 2009.

SCHLEMMER, E. Projetos de aprendizagem baseados em problemas: uma metodologia interacionista/construtivista para formação de comunidades em ambientes virtuais de aprendizagem. **Colabor@ - Revista Digital da CVA – Ricesu**, v. 1, n. 2, nov. 2001. ISSN 1519-8529.

SERRES, M. **Trecho sobre simbiose**. Entrevista concedida ao programa *Roda Viva*. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=YEPpkGeMuAY>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

SHAKESPEARE, W. **Hamlet**. In: Great Books of the Western World, Vol. 27 Shakespeare-II, Encyclopaedia Britannica, INC, William Benton Publisher, Chicago, London, etc. 1952, 22^a impressão, 1978.

UJVARI, S. C. **A história e suas epidemias**: a convivência do homem com os microrganismos. 2. ed. Rio de Janeiro: Senac Rio, 2003.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Rio de Janeiro: M. Fontes, 1996.

_____. **Psicologia da arte**. São Paulo: M. Fontes. 1999.

ANEXO

ANEXO 1 - Exercício 1

Relacione a coluna 2 de acordo com a coluna 1.

Coluna 1	Coluna 2
(1) Lynn Margulis	() Dialogismo
(2) Karl Popper	() Sob espécie de eternidade
(3) Einstein	() Necessidade e Contigência
(4) René Descartes	() Essencialismo
(5) Leibniz	() Dignidade Intrínseca
(6) Blaise Pascal	() O eu e o outro
(7) Immanuel Kant	() Autonomia
(8) Spinoza	() Autonomia Política
(9) Platão	() <i>Da ameba a Einstein</i>
(10) Lynn White Jr.	() Ecologia Profunda
(11) Arne Naess	() Isonomia de todos os seres
(12) James Lovelock	() Diversidade Cultural
(13) São Francisco	() Diversidade Biológica
(14) Michel Serres	() Parasitismo e Simbiose
(15) Lev Vigotski	() Endossimbiose
(16) Mikhail Bakhtin	() Causas Finais
(17) Francis Bacon	() Espécies se extinguem
(18) Ernst Mayr	() Democracia
(19) P. W. Anderson	() Iluminismo
(20) S. S. Schweber	() <i>Sapere Aude</i>
(21) J. Hamburger	() Razão
(22) Gandhi	() Dignidade
(23) Cesare Beccaria	() Emergência
(24) Amartya Sen	() Educação
	() Paidéia
	() <i>"knowledge is power"</i>
	() Dicotomia Homem/Natureza

ANEXO 2 - Exercício 2

Relacione a coluna 2 de acordo com a coluna 1.

Coluna 1	Coluna 2
(1) Lynn Margulis	() Eco-fundamentalismo
(2) Karl Popper	() Princípio Antrópico
(3) Einstein	() Importância bacteriana para a Biota
(4) René Descartes	() Eco-feminismo
(5) Leibniz	() A Terra como Gaia
(6) Blaise Pascal	() Educação para todos
(7) Immanuel Kant	() Sistemas Educacionais
(8) Spinoza	() Endossimbiose mitocondrial
(9) Platão	() Pleonexia
(10) Lynn White Jr.	() Teoria Sintética da Evolução
(11) Arne Naess	() Caniço Pensante
(12) James Lovelock	() Crise Ecológica
(13) São Francisco	() Teia da Vida
(14) Michel Serres	() Tentativas e Erros
(15) Lev Vigotski	() Conjecturas e Refutações
(16) Mikhail Bakhtin	() Luzes e Trevas
(17) Francis Bacon	() Razão Instrumental
(18) Ernst Mayr	() Reciprocidade e Respeito
(19) P. W. Anderson	() Sócio interacionismo
(20) S. S. Schweber	() Tempo de Experiência Evolutiva
(21) J. Hamburger	() Pedagogia do Oprimido
(22) Gandhi	() Núcleo Duro
(23) Cesare Beccaria	() Cinturão Protetor
(24) Amartya Sen	() Desconstrução
(25) Paulo Freire	() Versatilidade Bioquímica
(26) Edgar Morin	() Inversão
	() Hierarquia
	() Desconstrução da Desconstrução
	() Crítica
	() Pedagogia do Oprimido
	() Cabeça bem feita
	() Deslocamento
	() Rede

ANEXO 3 - Exercício 3

Ernst Mayr argumenta que há 3 (três) grandes obstáculos para a aceitação das Teorias Evolucionistas, a saber:

- 1) O relato bíblico criacionista contido no Gênesis;
- 2) A escala minúscula de tempo da ordem de 6 mil anos, tempo escasso este que é incompatível com o longuíssimo processo evolutivo;
- 3) O peso da teoria essencialista de Platão.

Pergunta-se:

- a) O relato bíblico pertence à esfera da Ciência ou da Religião?
- b) Por que 6 mil anos são tão pouco para a evolução?
- c) O que é Essência?
- d) O que é Espécie?
- e) O que é Variedade?
- f) Cruzamentos entre espécies diferentes podem redundar em descendentes?
- g) A Essência do macaco é a mesma do homem?
- h) Mayr argumenta que a ideia de Essência é incompatível com a ideia da Evolução?
- i) Se os seres evoluem então mudam de essência. Isto é uma contradição?
- j) Então Mayr diz que não há Essências?
- k) A Essência é uma ilusão?

ANEXO 4 - Exercício 4

Aristóteles introduziu o conceito de Causa Final. Por exemplo:

- Por que existimos?

Aristóteles respondeu: existimos para sermos felizes. Logo, a felicidade é a causa final (finalidade, fim) de nossa existência humana.

A ideia de que tudo o que existe na natureza é para servir ao homem está imbuído da ideia de Causa Final. Ora, a finalidade da criação da natureza por Deus reside precipuamente em servir ao homem. Logo a felicidade e a satisfação do homem são as Causas Finais de tudo o que foi criado.

Mayr argumentou que não há finalidades (causas finais) no curso da evolução. A evolução não visa a um fim pois 99,9% das espécies que existiram se tornaram extintas; há marchas e contramarchas no processo evolutivo, diferentes velocidades, inversões e situações imprevisíveis.

- a) Você concorda?
- b) Há finalidades?
- c) Existimos sem finalidade?
- d) A vida é uma emergência surgida aleatoriamente e sem propósitos nem projetos? Ou, a natureza é assim para satisfazer à finalidade até que nós racionais e dignos emergíssemos?

ANEXO 5 - Exercício 5

Figura – Enlaces (nosso)



Fonte: <http://cidadedopensar.files.wordpress.com/2010/06/friedrich_nietzsche.jpg>

Na dinâmica evolutiva de sua existência, a “máquina” humana pode ser afetada por todos os demais seres vivos e por fluxos energéticos e entrópicos de variadas ordens, quer sejam de causa biótica como de causa abiótica. Essa “máquina” está sujeita: às ações naturais; à conversão da energia solar em elétrica e mecânica; à utilização do combustível fóssil, oriundo do grupamento orgânico vegetal depositado no solo ao longo de milhões de anos; às variações ambientais produtoras de consideráveis modificações na vida econômica e nas inter-relações capitais importadoras e exportadoras; ao processo de evaporação/transpiração que caracteriza uma das etapas do ciclo hidrológico e afeta o processo de nutrição do solo e a fotossíntese; e, às suas próprias condições de vida cultural, social, política, ambiental e econômica que atuam direta ou indiretamente no processo adaptativo de sua espécie. Perguntaríamos então: caso perdesse seu lugar na “pirâmide Popperiana” (passando do ápice para a base), então como a perda da dignidade da vida humana seria vista à luz da Teoria Endossimbiótica de Margulis e Sagan?

ANEXO 6 - Exercício 6

- 1) Interpretar a imagem;
- 2) Registrar os critérios de igualdade e desigualdade, que possibilite uma desconstrução da "pirâmide" marguliana;
- 3) Relacionar o estudo da matemática com as ciências biológicas;
- 4) Responder:
 - Segundo São Francisco de Assis existe um princípio da isonomia de todos os seres vivos e não vivos. Logo, todas as coisas são dignas porque são criação divina. Pergunta-se: Os seres vivos são dignos de viver?

Figura – "Metamorphose II", Maurits Cornelis Escher (1898-1972).



Fonte: <http://www.javafile.com/imagefx/metamorph/Background.html>

ANEXO 7 - Questão 1 - “Da ameba a Einstein” todos os seres vivos inter-relacionam-se harmonicamente para manter o sistema interativo HOMEM/NATUREZA?

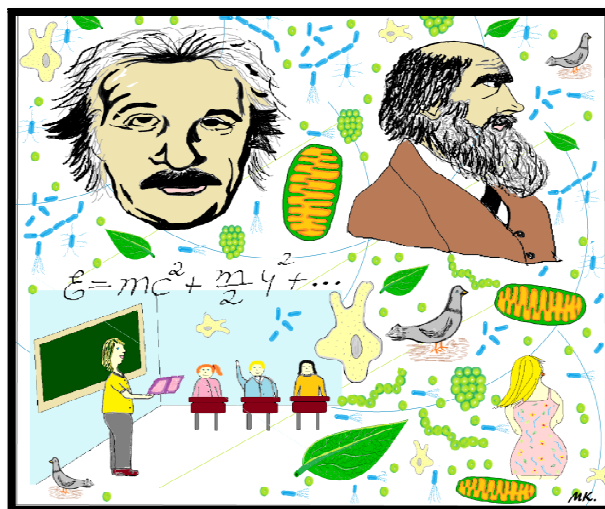
Figura – “Protoza in Real Time” - criada por estudantes de uma classe de biologia da *Bucks Co. Community College* (EUA).



Fonte: <http://tecnocientista.info/blog/wp-content/uploads/2007/11/protozoa_art.jpg>. Acesso em: 2 set.2011

Questão 2 - Quais as contribuições de Karl Popper, Lynn Margulis, Michel Serres e Lev Vigotski para a construção de uma ética sócio-educativa na construção do pensamento científico sobre o processo evolutivo das naturezas biológica e humana?

Figura – Representação da ideia de Contrato Natural e Contrato sócio-educacional.



Fonte: FONSÊCA, 2012.

Questão 3 - O que é vida?

Figura – Endosymbiosis (Hunter Cole).



Fonte: <<http://www.huntercole.org/artgallery/biologypaintings/endosymbiosis.html>>.