



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – LICENCIATURA - EaD

**A IMPORTÂNCIA DAS RELAÇÕES ECOLÓGICAS NA MANUTENÇÃO DA VIDA
E A PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE O TEMA**

Maicon Goulart Laureano

Jaguaruna - SC

2017

Maicon Goulart Laureano

**A IMPORTÂNCIA DAS RELAÇÕES ECOLÓGICAS NA MANUTANÇÃO DA VIDA
E A PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE O TEMA**

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas. **Orientador:** Prof. Dr. Alexandre Verzani Nogueira

Jaguaruna – SC

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Laureano, Maicon Goulart

RELAÇÕES ECOLÓGICAS E A PERCEPÇÃO DOS ALUNOS/ Maicon Goulart Laureano; orientador, Alexandre Verzani Nogueira - Florianópolis, SC, 2017.

60 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas.

Inclui referências

1. Ciências Biológicas. 2. Relações ecológicas. 3. Pesquisa em campo. 4. Percepção dos alunos. I. Nogueira, Alexandre Verzani. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

Dedico este trabalho a todas as pessoas que contribuíram com a sua realização, as que sempre depositaram a confiança em mim, e que torceram para que meus objetivos sempre fossem alcançados.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que me concedeu graça e força para que eu pudesse concluir com sucesso mais uma conquista, em suas palavras me ative nos momentos de desânimo e obtive conforto.

Ao professor Dr. Alexandre Verzani Nogueira, pela orientação, confiança e comprometimento no desenvolvimento deste trabalho bem como indispensável apoio.

À minha esposa, Elisângela, que, com muita paciência, sempre me apoiou em meus projetos e nos momentos de dificuldades esteve ao meu lado ajudando a decidir, sempre presente no lar e na lida com os filhos Jaime e Valentina, para que eu pudesse me dedicar aos estudos.

À Minha Mãe Rosilda, que, com seu jeito singelo e trabalhador, sempre foi minha referência e meu baluarte, uma entusiasta do meu trabalho e a que mais fomentou meu reingresso aos estudos, a ti serei eternamente grato.

Ao meu pai, Jaime (*in memoriam*), que, apesar do pouco tempo convivi, posso dizer que foram tempos de qualidade pois seus atos e conselhos de um bom homem são os moldes do meu caráter. Nos deixou quando eu ainda tinha 12 anos e hoje já vivo mais do que ele viveu.

À Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade.

Aos colegas de curso, pela amizade durante todos esses anos de convívio e troca de experiências, pois trilhamos juntos nesta etapa importante de nossas vidas.

Enfim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram na realização desse trabalho, o meu sincero agradecimento.

Muito obrigado!

“Nullius in verba”

John Evelyn

RESUMO

A Terra possui condições muito singulares que favorecem a vida, não somente físicas e químicas, mas também biológicas que, entre outras, modificam o meio ambiente e afetam os seres vivos. Estima-se que há cerca de 8,7 milhões de espécies e as *interações ecológicas* existentes entre elas geram equilíbrio nos diferentes ecossistemas, contribuindo com a homeostasia do planeta. Espécies muito diferentes podem interagir harmonicamente a fim de se complementarem, como é o caso de *Gunnera manicata* e da *Nostoc punctiforme*, uma relação de protocooperação entre uma planta angiosperma e uma cianobactéria que pode ser observada em toda a costa da Serra Catarinense. Até mesmo interações ecológicas tidas como desarmônicas, no caso do parasitismo e da predação, tem a capacidade de promover a diversidade de espécies. As interações ecológicas são promotoras da própria evolução. O ser humano vem interferindo nessas interações de maneira comprometedora. Há, de forma generalizada na sociedade, a ideia de que o homem é um usuário da natureza e não um elemento dela, o que pode causar danos irreparáveis ao meio ambiente. Dessa forma, há a necessidade de mudanças de paradigma com esse forte apelo antropocêntrico incutido nas leis, nas condutas sociais, nos discursos e até mesmo na docência, inserido nas escolas, nos livros didáticos e nos planos de aula, modulando a forma de como os alunos enxergam a relação homem/natureza. O objetivo geral do presente trabalho foi fazer, inicialmente, uma revisão bibliográfica sobre as diferentes interações existentes entre os seres vivos. Logo em seguida foi realizada uma pesquisa aplicada aos alunos do ensino médio de duas escolas: Martinho Alves dos Santos, em Tubarão e Marechal Luz em Jaguaruna, ambas em Santa Catarina. A ideia era analisar a percepção dos alunos sobre a importância das relações ecológicas na manutenção da vida no planeta. Foi concluído que há certa consciência das questões envolvendo a importância das relações ecológicas, mas, ainda assim, existem diversos obstáculos para a obtenção de ações pedagógicas com um caráter crítico, rompendo com o conservadorismo ainda fortemente enraizado no sistema escolar. O local estratégico para as mudanças de paradigma na sociedade é a sala de aula, o processo de cidadania e inclusão social, promovidos pelo ensino de Ciências, o que torna o aluno capaz de questionar, compreender, interagir, tomar decisões e melhorar sua qualidade de vida. A melhor compreensão do conteúdo das *relações ecológicas* é capaz de promover o reconhecimento do homem como parte integrante da natureza e não um mero usuário dela.

Palavras-chave: Relações ecológicas; *Gunnera manicata*; percepção dos alunos.

Abstract

The Earth has very unique conditions in favour of life, not only physical and quimics, but also biology which, among others, modify the environment and affect the living beings. It is estimated that there are about 8,7 million species and the ecological interactions existing between them generate balance in different ecosystems, contributing to the homeostasis of the planet. Very different species can interact harmoniously in order to complete, as is the case of *Gunnera manicata* and *Nostoc punctiforme*, a protooperation relation between an angiosperm and a cyanobacterium that can be observed throughout the coast of sierra of Santa Catarina. Even ecological interactions considered as disharmonious, in the case of parasitism and of the predation, has the capacity of promoting the species diversity. The ecological interactions are promoters of their own evolution. The human being has interfered in these interactions in a compromising way. There is widespread in society the idea that man is a user of nature and not an element its, which can cause irreparable damage to the environment. Consequently, there is a need for paradigm shifts with this strong anthropocentric appeal instilled in the laws, in social conduct, in discourses and even in the teaching, inserted in schools, textbooks and lesson plans, modulating how the students relate to man/nature. The general purpose of the present work was to do, initially, a bibliographical review about the different interactions existing between living beings. Soon afterwards an applied research was carried out th the high school of the two schools: Martinho Alves dos Santos, in Tubarão and Marechal Luz in Jaguaruna, both in Santa Catarina. The idea was to analyse the students perceived about the importance of the ecological relations in the maintenance of life on the planet. It was concluded that there is some awareness of issues involving the importance of ecological relationship, but, still, there are several obstacles to obtaining pedagogical actions with a critical character, breaking with the conservatism still strongly rooted in the school system. The strategic location for the paradigm shifts in society is the classroom, the citizenship process and social inclusion, promoted by the teaching Sciences, which makes the student able to question, understand, interact, take decisions and improve your quality of life. The better understanding of the contents of *ecological relations* is able to promote the recognition of man as a integral part of nature and not a mere user of it.

Keywords: Ecological relations; *Gunnera manicata*; Students' perception

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Physalia physalis</i> exemplificando uma colônia polimórfica.	16
Figura 2 - Canibalismo sexual entre espécies de Louva-a-Deus.	18
Figura 3 - Exemplo clássico de exclusão competitiva. Quando cultivadas isoladamente, <i>Paramecium aurelia</i> e <i>Paramecium caudatum</i> desenvolvem-se e reproduzem-se normalmente. Entretanto, quando cultivadas em culturas mistas, <i>Paramecium aurelia</i> exclui competitivamente <i>Paramecium caudatum</i>	21
Figura 4 - Larva do Tricóptero (<i>Glossosoma nigrrior</i>), vista interna da larva e aparência externa.	22
Figura 5 - Ilustração elaborada sob orientação do Prof ^o Alexandre Paulo Teixeira Moreira, durante aula presencial de Zoologia. A) um cladograma representando a evolução por divisão de espécies e, B) um endograma representando a evolução por fusão de espécies.	31
Figura 6 - Urtigão-da-Serra (<i>Gunnera manicata</i>).	32
Figura 7 - Estabelecimento da interação <i>Gunnera</i> - <i>Nostoc</i> in vitro: A), formação de hormogônios em movimento. B), hormogônios de <i>Nostoc punctiforme</i> formados após 12h da inoculação. C), Crescimento de <i>Nostoc punctiforme</i> na superfície de uma glândula adulta 3 dias após a inoculação. D), Corte transversal do caule de <i>Gunnera manicata</i> colonizada que revelou colônias de <i>Nostoc punctiforme</i> . E), Crescimento de mudas de <i>Gunnera manicata</i> durante 2 meses. As setas mostram as posições das glândulas colonizadas.	33
Figura 8 - Corte transversal em espécimes de <i>Gunnera manicata</i> adulta evidenciando as manchas esverdeadas típicas da colonização por <i>Nostoc punctiforme</i>	34
Figura 9 - Início da expedição na madrugada do dia 02 de julho de 2016.	35
Figura 10 - Urtigão-da-Serra localizado em todos ambientes da serra Catarinense. A, ao redor das matinhas nebulares (seta vermelha). B,D nas encostas dos paredões (seta vermelha) e C, as margens de córregos e riachos.	36
Figura 11 - Percurso feito durante a expedição; marcando início, pontos de acampamento e termino da mesma.	37
Figura 12 - Percurso da expedição; marcando os pontos de coletas de cada uma dos 16 espécimes coletadas de <i>Gunnera manicata</i>	37
Figura 13 - Corte transversal nos espécimes 2 e 3, coletadas no 1º dia da expedição mostrando as manchas verde-escuras nas extremidades do parênquima, característica da interação <i>Gunnera</i> - <i>Nostoc</i>	38

Figura 14 - Corte transversal nos espécimes 6 e 7 coletadas no 2º dia da expedição mostrando as manchas verde-escuras nas extremidades do parênquima da planta, características da interação <i>Gunnera-Nostoc</i>	39
Figura 15 - Corte transversal nos espécimes 11 e 15 coletadas no 3º dia da expedição mostrando as manchas verde-escuras que avançam para o parênquima da planta, características da interação <i>Gunnera-Nostoc</i>	39
Figura 16 - Início da palestra para os alunos do ensino médio	43
Figura 17 - Aluno do EEB Marechal Luz em Jaguaruna/SC, respondendo o questionário. ...	44
Figura 18 - Apresentando as imagens 01 e 02 respectivamente, usadas no questionário, a imagem 01 com um apelo antropocêntrico enquanto a imagem 02 representando o Biocentrismo.....	47
Figura 19 - Análise geral das respostas dos alunos das duas escolas pesquisadas; comparação das perspectivas biocêntrica e antropocêntrica durante os dois questionários.	48
Figura 20 - Resultado dos questionários aplicados na Escola Martinho Alves dos Santos, mostrando cada questão separadamente e sua variação nos dois questionários.....	49
Figura 21 - Resultado dos questionários aplicados na Escola Marechal Luz, mostrando cada questão separadamente e sua variação nos dois questionários.	50
Figura 22 - Resultado da análise das imagens 01 e 02 (figura-18), feita pelos alunos da Escola Martinho Alves dos Santos durante os questionários; A imagem 02 que representava o paradigma biocêntrico foi a mais votada durante os dois questionários.	50
Figura 23 - Resultado da análise das imagens 01 e 02 (figura-18), feita pelos alunos da Escola Marechal Luz durante os questionários; A imagem 02 que representava o paradigma biocêntrico foi a mais votada durante os dois questionários.	51

SUMARIO

1	Introdução	13
2	Revisão Bibliográfica	15
2.1	Breve síntese das principais Relações Ecológicas	15
2.2	Das relações Intraespecíficas.	15
2.2.1	Colônia.	16
2.2.2	Sociedade.....	17
2.2.3	Competição.....	17
2.2.4	Canibalismo.....	17
2.3	Das relações interespecíficas.	19
2.3.1	Predação.....	20
2.3.2	Competição interespecífica.....	20
2.3.3	Herbivoria,.....	21
2.3.4	Parasitismo	21
2.3.5	Neutralismo	23
2.3.6	Comensalismo	23
2.3.7	Inquilinismo ou Epifitismo.....	24
2.3.8	Amensalismo	24
2.3.9	Protocooperação	24
2.3.10	Mutualismo.....	25
2.3.11	Simbiose	25
3	Relações ecológicas como fator biológico da seleção natural	27
3.1	Co-evolução	27
4	Das relações ecológicas e o surgimento dos animais complexos	29
4.1	Endossimbiose	29
5	Das Relações Interespecíficas entre <i>Gunnera manicata</i> e <i>Nostoc punctiforme</i> 32	
5.1	<i>Gunnera manicata</i> na Serra Catarinense	32
5.2	Protocooperação <i>Gunnera</i> - <i>Nostoc</i>	33
5.3	Expedição <i>Gunnera</i> - <i>Nostoc</i> na Serra do Rio do Rastro.....	34
5.4	Análise e resultado da Expedição <i>Gunnera</i> - <i>Nostoc</i>	38
6	Das relações ecológicas e a percepção dos alunos	40
6.1	O Antropocentrismo.....	40

6.2	As relações Ecológicas pelo olhar dos alunos	41
6.2.1	Pesquisa aplicada aos alunos do ensino médio das escolas: Martinho Alves dos Santos e Marechal Luz	42
6.2.2	Análise do questionário.	44
6.2.3	Resultado final do Questionário	47
7	Conclusão	52
8	REFERENCIAS BIBLIOGRATICAS:	53

1 INTRODUÇÃO

Com toda a tecnologia que dispomos atualmente, vasculhando por todo o universo visível, com milhões de galáxias, cada uma delas composta de milhões a trilhões de estrelas e estas hospedando seus pares de planetas, nunca avistamos (embora haja a possibilidade de existir) um planeta com as características e peculiaridades da terra e embora tenhamos encontrado candidatos, estes o serão somente daqui a alguns milhões de anos se tudo ocorrer bem (HAWKING, 2001). As condições em que nosso planeta está inserido tais como, o tamanho de nossa estrela hospedeira e a distância em que nos encontramos dela, ou a posição que ocupamos na Via-Láctea, a composição dos elementos, magnetosfera e ionosfera, camada de ozônio, massa, rotação entre muitas outras mais, fazem da Terra um planeta singular e capaz de comportar vida complexa como a conhecemos (LINEWEAVER, 2004). Um planeta que abriga tanta vida que nem podemos contar.

Cerca de 1,2 milhão de espécies já foram formalmente descritas, em sua maioria criaturas terrestres. Em 2003 Brusca e Brusca estimaram que 20 a 50 milhões de espécies animais ainda permaneçam desconhecidas e não foram nomeadas. Uma nova pesquisa publicada pela revista PLOS BIOLOGY em 2011 estima cerca de 8,7 milhões de espécies, das quais somente 14% já foram identificadas e somente 9% das espécies dos oceanos, (esta pesquisa só considerou seres eucariontes deixando de fora bactérias e outros tipos de microrganismos que possuem altíssima variedade), independente das estimativas a verdade é que nesse ritmo levaríamos mais de 100 anos para catalogar todas as espécies existentes, muitas das quais já estariam extintas.

Vivemos em um mundo com uma biodiversidade variada, complexa e persistente, que enfrentou diversos eventos cataclísmicos e extinções em massa como a conhecida “Extinção do Permiano” onde 85% dos invertebrados e 70% dos vertebrados foram extintos (BLANKENSTEYN, 2010) e ainda hoje, a vida continua pungente, sendo encontrada em qualquer canto do globo.

As espécies espalhadas nas mais diversas comunidades se inter-relacionam, interagem entre si mesmas (intraespecífica) e com outras espécies (interespecíficas), inseridas em populações e agrupadas em comunidades, por sua vez conectadas aos ecossistemas. Esta relação que se dá entre os organismos vivos, (tanto harmônica quanto desarmônica) e estes com os ecossistemas, asseguram a sobrevivência das espécies, além de preservar os recursos naturais criando equilíbrio ecológico. “*É a vida sustentando a vida*”, como o caso de

microorganismos fotossintetizantes que contribuíram para o acúmulo de O₂ atmosférico criando a camada de ozônio e abrindo espaço para os organismos aeróbicos mudando assim drasticamente a paisagens e o rumo da vida na terra e ainda hoje responsáveis por 50% da produção de O₂ atmosférico (NOGUEIRA, 2010), os seres autótrofos que transformam luz solar e elementos inorgânicos em biomassa, fonte de alimento aos heterotróficos e ainda ajudam a equilibrar as taxas de CO₂ (AMARAL 2010). Tamanha é a riqueza e complexidade das interações ecológicas que até mesmo as relações tidas como desarmônicas tais quais o parasitismo, herbivoria e até a predação, podem promover a coexistência de espécies diferentes aumentando assim a diversidade (PERONI, 2011).

A grande questão é; como estamos inseridos nesse contexto? Somos partes constituintes dessas relações? Já desde muito cedo na história humana, a Ecologia era de interesse prático. Para sobreviver na sociedade primitiva, todos os indivíduos precisavam conhecer seu ambiente, ou seja, as forças da natureza e os vegetais e animais em volta deles (ODUM, 1988), com tudo isso, o homem não se considerava como um elemento integrante da natureza e sim como usuário dela. A questão essencial gira em torno do homem/natureza como relação de integração, de simples complementaridade, de estreita dependência ou de domínio absoluto (BRANCO, 1995) A natureza e a sociedade estão diretamente relacionadas à educação, esta tem um papel fundamental nas relações homem/natureza (CUTTER, 1993). Mas como esse assunto vem sendo abordado na educação? Há diversas formas de interpretar a essa relação homem/natureza? Se há, qual seria a forma correta? Por isso torna-se fundamental apurar no aluno a percepção das relações ecológicas a fim de fomentar a relação homem/natureza, é necessário que o aluno se identifique como componente nas relações ecológicas, que tenha entendimento das suas definições e consciência das implicações inerentes da interferência antrópica na sinergia ambiental. Por tanto pretende-se com este trabalho compreender a importância das relações ecológicas em um âmbito geral bem como seu aspecto homeostático, e ainda discutir como a influência mecanicista e antropocêntrica pode interfere na percepção dos alunos do ensino médio a respeito das relações ecológicas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Breve síntese das principais Relações Ecológicas

As relações ecológicas ocorrem dentro de uma mesma população, (intraespecífica), e entre populações diferentes, (interespecífica). Essas relações estabelecem-se na busca por alimento, água, espaço, abrigo, luz ou parceiros para reprodução, (ARAGUAIA 2017). Existem muitos tipos de interações entre as diferentes espécies, duas ou mais populações podem se afetar (ou não) mutuamente de maneira benéfica, (relações harmônicas) neutra, ou adversa (relações desarmônicas) (HANASAKI *et al*, 2013 p 33), existem centenas de milhares de espécies catalogadas em nosso planeta e ainda muito mais para descobrir, todas interligadas, mantendo algum tipo de interação, algumas efêmeras e outras imprescindíveis para a sobrevivência sem a qual as espécies relacionadas não sobreviveriam, a maioria destas interações são do tipo consumidor-recurso constituindo a relação mais fundamental entre as espécies, formando uma cadeia trófica concisa e complexa (RICKLEFS, 2003, p 256).

Tabela 1 - Resumo dos tipos principais de interações entre populações.
Fonte: HANASAKI *et al*, 2013

Interação	Espécie A	Espécie B
Competição	-	-
Neutralismo	0	0
Mutualismo	+	+
Protocooperação	+	+
Predação	+	-
Parasitismo	+	-
Comensalismo	+	0
Amensalismo	-	0

2.2 Das relações Intraespecíficas.

As relações *intraespecíficas*, podem ser avaliadas como harmônicas ou desarmônicas. Quando nenhum dos organismos se prejudica em uma interação diz-se que ela é harmônica pois o que ocorre na verdade é uma cooperação intraespecífica, aqui encontramos os conceitos ecológicos de *colônia* e *sociedade*, uma relação é considerada desarmônicas quando

pelo menos um dos indivíduos sofre algum efeito adverso na interação como é o caso da competição intraespecífica e o canibalismo (LAY-ANG, 2017).

2.2.1 Colônia.

É uma associação harmônica de indivíduos da mesma espécie que necessitam anatomicamente de uma relação intrínseca. A divisão de uma colônia pode implicar na morte da mesma, ou seja, os indivíduos estão inevitavelmente ligados uns aos outros formando aglomerados como o Coral Cérebro (*Diploria spp.*), uma colônia formada por pólipos, esta é isomorfa pois não há uma divisão específica, todos os indivíduos desempenham as mesmas funções vitais. Ainda há as colônias heteromorfas (ou polimorfas) como o caso da Caravela do oceano (*Physalia physalis*), que podemos ver na figura 1.

A Caravela do Oceano é dita heteromorfa, devido ao fato de existirem indivíduos com funções muito específicas, tendo até mesmo formas distintas, são centenas de pólipos conectados a um flutuador. Esses pólipos são especializados em diferentes funções, como o pneumatóforo, tipo de pólipo que forma uma vesícula cheia de ar; os domonocozoides, pólipo que forma os tentáculos; os gastrozoides que formam os "estômagos" da colônia; e os gonozoides que produzem os gametas para a reprodução, cada um deles não sobrevive isolado da colônia (CEGOLON, 2013). Existe ainda bactérias e outros organismos unicelulares que também podem agrupar dentro de um invólucro mucoso.

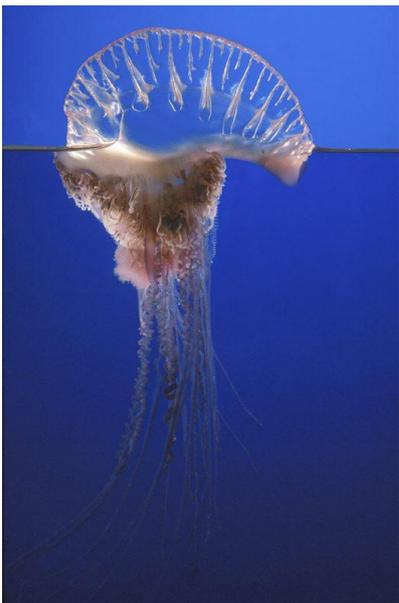


Figura 1 *Physalia physalis* exemplificando uma colônia polimórfica.
Fonte: AUSTRALIAN MUSEUM (2009)

2.2.2 Sociedade

É uma associação harmônica de organismos de uma mesma espécie, não vivem unidos anatomicamente como nas colônias, e esta é a grande diferença entre os dois conceitos, uma sociedade apresenta um grau de cooperação complexo, comunicação e divisão de trabalho extremamente organizado (ODUM, 1988). Como exemplos de sociedades, temos os chamados insetos sociais, que são as abelhas, vespas, formigas e cupins, e alguns mamíferos, como os castores, os gorilas e a espécie humana.

As abelhas e formigas, diferenciam-se em rainha que realiza a postura, zangão com funções reprodutivas e as obreiras (ou operárias) com outras funções, mas cada indivíduo pode sobreviver separadamente. Por isso, estas espécies são chamadas eusociais, ou seja, formam uma sociedade e não uma colônia (MOREIRA, 2009).

2.2.3 Competição

A competição sempre será uma relação desarmônica quer seja intra ou interespecífica, a competição pode existir por disputa de recursos, isto é, água, luz, alimentos entre outros (competição exploratória) ou por disputa de território ou parceiros para reprodução (competição por interferência). Na competição exploratória os indivíduos não interagem entre si diretamente mas acabam esgotando os recursos disponíveis mutuamente, isso acaba sendo um fator limitante, há uma competição por alimento, mas um indivíduo não é diretamente afetado pelos outros como é o caso dos gafanhotos (*Chorthippus spp.*) em cuja população é afetada pelo esgotamento dos recursos caso este seja limitado e não por “lutarem” entre si.

Diferentemente do que acontece na competição por interferência onde os espécimes literalmente lutam entre si pela posse de um território bem como seus recursos, ou para acasalar, aqui temos um uma interação direta entre os indivíduos como é o caso dos felinos das savanas ou os servos nos campos. Independentemente de como ocorre a competição, sempre haverá um efeito sobre as taxas de sobrevivência, crescimento e reprodução dos indivíduos; sendo assim uma relação unilateral (HADEL, 2008).

2.2.4 Canibalismo

Para a maioria das espécies é um comportamento raro, embora em algumas espécies isso ocorra normalmente. O canibalismo pode ocorrer em populações que apresentam uma

grande quantidade de indivíduos, como o caso do rato almiscarado, (*Ondatra zibethicus*), eles vivem em grupos familiares sua casa pode ser uma toca ou um buraco nas margens do rio, também podem viver em bancos de lodo ou em plantas nas águas rasas. A fêmea do rato-almiscarado pode dar à luz várias ninhadas em um ano. Quando a população aumenta a ponto de faltar lugar para a construção de ninhos. Os ratos machos matam e se alimentam de fêmeas e filhotes indefesos (ENCICLOPÉDIA ESCOLAR BRITANNICA, 2017). O aumento populacional também é a causa do canibalismo entre os caranguejos-aranha (*hyas araneus*), que devoram os indivíduos mais jovens, de carapaça mole, nesses casos a escassez de alimento também pode estar relacionada (PERONI; HERNANDEZ, 2011).

Algumas vezes essa relação também acontece no momento ou após a fecundação, essa modalidade de canibalismo é chamada de *canibalismo sexual* e os exemplos mais famosos estão entre os insetos da família *Mantoideae* como o Louva-a-deus (figura 2), neste grupo de insetos o canibalismo é muito comum, principalmente no que tange o processo reprodutivo. É hábito comum as fêmeas devorarem os machos durante ou logo após a cópula (BEGON *et.al* 2006). Ainda há a modalidade de Canibalismo intra-uterino que acontece em algumas espécies de tubarões como o Tubarão-cabeça-chata (*Carcharhinus leucas*), Tubarão Mako (*Isurus oxyrinchus*) entre outros, onde os embriões desenvolvidos vão se alimentar de alguns outros que permanecem no útero da mãe, ou seja, os embriões mais fortes devoram os mais fracos, além dos ovos não fecundados (SCHMIDT-NIELSEN, 2002).



Figura 2 - Canibalismo sexual entre espécies de Louva-a-Deus.
Fonte: BINARME (2010)

2.3 Das relações interespecíficas.

As relações interespecíficas, são interações entre indivíduos de espécies diferentes e assim como abordado nas relações intraespecíficas, elas também são avaliadas como harmônicas ou desarmônicas dentro do ponto de vista de ganho ou perda para os organismos envolvidos (PEREIRA; ESTON, 2007). Quando nenhum dos organismos se prejudica em uma interação diz-se que ela é harmônica, aqui encontramos os conceitos ecológicos de; mutualismo, inquilinismo, comensalismo entre outros. Uma relação é considerada desarmônicas quando pelo menos um dos indivíduos sofre algum efeito adverso na interação como é o caso da simfilia, competição, parasitismo, amensalismo e predação. (LAY-ANG, 2017).

Segundo Pianka (1982) os principais tipos de interações interespecíficas possíveis são:

- *Predação*; quando uma população afeta a outra de modo adverso e acaba se beneficiando dessa interação.
- *Competição*, onde duas ou mais populações disputam o mesmo recurso.
- *Herbivoria*, ocorre entre certos animais (bem como insetos) e plantas. Nesta relação os animais ingerem partes da planta.
- *Parasitismo*; diferencia-se da predação, pelo fato de manter o hospedeiro vivo embora de maneira deletéria podendo ser explorado durante um certo período de tempo.
- *Neutralismo*; embora haja interação entre as populações ambas não são afetadas.
- *Comensalismo*; quando uma população é beneficiada enquanto a outra fica neutra.
- *Amensalismo*; quando uma população sofre efeito deletério enquanto a outra fica neutra.
- *Protocooperação*; é o tipo de interação que surte benefício para ambas as espécies, porém, uma pode viver independente da outra.
- *Mutualismo*; ambas as espécies se beneficiam e é indispensável à sobrevivência de ambos.
- *Inquilinismo* ou *epifitismo*; uma espécie vive sobre ou no interior de outra espécie hospedeira a fim de se proteger ou conseguir recursos adicionais, sem que esta última seja prejudicada.

2.3.1 Predação

Uma interação desarmônica entre duas espécies onde uma espécie, no caso, o predador, obtêm energia de diversas outras espécies, ou presas, para satisfazer suas demandas fisiológicas e assegurar-se no ecossistema. Entretanto, isto depende de fatores ambientais e da capacidade de adaptação que cada espécie mantém, uma vez que cada uma precisa de um número suficiente de presas que assegure sua sobrevivência e reprodução.

Do ponto de vista ecológico a predação acaba sendo um mecanismo que regula a densidade populacional de presas e predadores (WIEDENMANN *et al.*, 1996; LEGASPI & LEGASPI, 1998, *apud* VIVAN, 2002), existem diversas situações nas quais a predação pode manter as densidades populacionais de suas presas sob níveis baixos, de tal forma que os recursos não sejam limitantes e os indivíduos não compitam por eles. Nestes casos, ao reduzirem a densidade populacional de espécies com alta capacidade de competição, os predadores evitam a exclusão competitiva e promovem a coexistência de espécies na comunidade (PERONI; HERNANDEZ, 2011).

2.3.2 Competição interespecífica

Esse tipo de relação ocorre quando duas espécies diferentes que vivem em uma mesma comunidade disputam os mesmos recursos do ambiente. Townsend *et.al.* (2006) cita no seu livro Fundamentos em Ecologia, o "*Princípio da Exclusão Competitiva*" ou "*Princípio de Gause*" que postula que se espécies competidoras coexistem em um ambiente estável, elas assim procedem como resultado da diferenciação dos nichos, ou seja, da diferenciação de seus nichos efetivos.

Contudo, se não houver diferenciação ou se o hábitat a impedir, uma das espécies competidoras eliminará ou excluirá a outra. Portanto, a exclusão ocorre quando o nicho efetivo do competidor superior preenche por completo aquelas partes do nicho fundamental do competidor inferior que são fornecidas pelo hábitat (conforme figura 3).

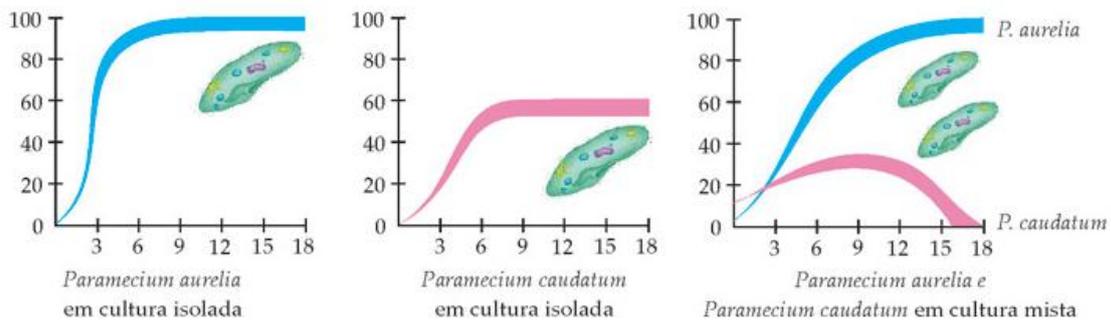


Figura 3 - Exemplo clássico de exclusão competitiva. Quando cultivadas isoladamente, *Paramecium aurelia* e *Paramecium caudatum* desenvolvem-se e reproduzem-se normalmente. Entretanto, quando cultivadas em culturas mistas, *Paramecium aurelia* exclui competitivamente *Paramecium caudatum*.

Fonte: PERONI; HERNANDEZ, 2011

2.3.3 Herbivoria,

É uma interação em que partes de uma planta viva servem de alimento para um animal, sendo assim uma relação desarmônica já que a planta é prejudicada enquanto o animal se beneficia. Para Odum (1988), a herbivoria é análoga a predação e o parasitismo, segundo o autor, dependendo da parte da planta que é consumida pelos herbívoros, eles podem agir tanto como predadores quanto como parasitas.

Do ponto de vista das relações consumidor/recurso, os herbívoros funcionam como predadores quando consomem plantas inteiras ou como parasitas quando consomem tecidos vivos sem matar suas vítimas. Peroni; Hernandes (2011) afirmam que a herbivoria, ou pastejo, em alguns casos pode promover um aumento da riqueza de espécies em áreas utilizadas por pastadores, este processo é também chamado de *coexistência mediada pelo consumidor*.

Quando há a ausência de herbívoros, a riqueza de espécies pode diminuir devido a espécies de plantas que são competidores superiores e que antes eram consumidas, levando à exclusão competitiva de outras espécies menos competitivas (*op. cit.*).

2.3.4 Parasitismo

É um fenômeno em que uma planta ou animal pode sobreviver retirando nutrientes de outro ser. Estabelece-se nesta relação uma forte dependência, onde um lado é beneficiado (parasita) e o outro prejudicado (hospedeiro), e se falando de parasitismo podemos dividi-lo em Parasitas Completos; que vivem no hospedeiro durante a vida toda e parasitas Incompletos; estes vivem no hospedeiro durante um certo período da vida, é possível ainda dividi-los em endoparasitas; vivem na parte interna do hospedeiro como as tênias, vermes e

alguns microorganismos e ectoparasitas que vivem na parte externa do animal ou planta como fungos, piolhos, pulgas e carrapatos (MACARTHUR, 1955).

Muitas vezes, o animal ou planta que sofre a ação do parasita, pode chegar a morte. No trabalho de Barreto (1965, *apud* FERREIRA, 1973) encontramos que o corpo de um animal superior, pode oferecer nichos potenciais para outros organismos que acaba sendo invadido, à procura de alimento, abrigo, ou para obter ambas as coisas. O enfoque ecológico no estudo do parasitismo tem mostrado uma enorme riqueza de consequências.

No seu processo de evolução, os seres vivos se têm adaptado às mais diferentes condições do meio ambiente. Exemplos de coexistência mediada por parasitos em ecossistemas terrestres são muitos, Kolher, (1992 *apud*, PERONI; HERNANDEZ, 2011) cita o exemplo das larvas do tricóptero (*Glossosoma nigrior*), (figura 4) que possuem um papel-chave na comunidade, forrageando as algas e mantendo-as em níveis baixos, com consequências negativas para outras espécies herbívoras dos riachos. Mas o tricóptero está sujeito a surtos esporádicos de um microparasita altamente específico, que resultam na redução de sua densidade durante anos. Um colapso do tricóptero provocado pelo parasito teve como consequência um aumento do recurso alimentar, o que levou a um crescimento da abundância de diversos herbívoros, havendo assim o aumento de mais uma espécie. Aumentaram a riqueza e a equitabilidade, portanto houve um aumento da diversidade, o que constitui um caso de coexistência mediada por parasitas.

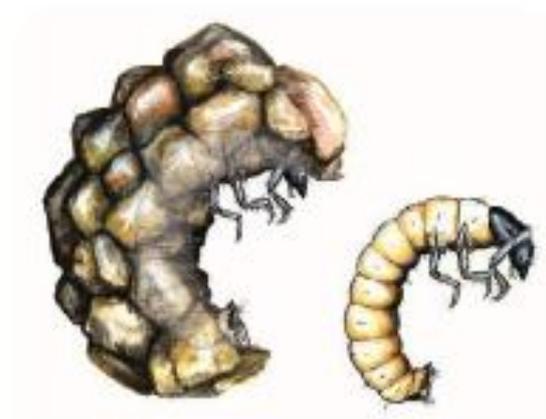


Figura 4 - Larva do Tricóptero (*Glossosoma nigrior*), vista interna da larva e aparência externa.
Fonte: PERONI; HERNANDEZ, 2011

2.3.5 Neutralismo

Poderíamos considerar a possibilidade de, em uma comunidade, duas ou mais populações de espécie diferentes, que embora interajam entre si, nenhuma afeta a outra, quer adversa ou positivamente, para Melo (2008) que cita o trabalho de Stephen Hubbell (2001) sobre “*A teoria Neutra da Biodiversidade*” todos os organismos, não importando a espécie, apresentam uma equivalência ecológica dentro da comunidade, eles teriam as mesmas propriedades ecológicas e utilizariam de uma quantidade igual de recursos disponíveis no meio porém, segundo versa Hanazaki *et al* (2013) é muito provável que o verdadeiro neutralismo seja extremamente raro ou até mesmo inexistente, já que provavelmente existem interações indiretas entre todas as populações de uma dada comunidade.

2.3.6 Comensalismo

Chamamos de comensalismo a interação em que uma população se beneficia enquanto a outra não recebe nenhum efeito, A espécie que obtém ganhos é denominada como comensal, e seus ganhos, como o nome da relação sugere, estão relacionados à aquisição de alimento ou de locomoção (AMABIS, 2015), vários são os exemplos de comensalismos existentes tais como Anêmonas-do-mar (*Actinaria spp*) e peixe-palhaço (*Amphiprion spp*): o peixe-palhaço é a espécie comensal e para se proteger, costuma se esconder nos tentáculos das anêmonas e, eventualmente, aproveita-se de restos de alimentos deixados por elas; o tubarão e o peixe rêmora, preso em seu ventre através de uma ventosa (semelhante a um disco adesivo). Enquanto o tubarão encontra uma presa, estraçalhando-a e devorando-a, a rêmora aguarda pacientemente, limitando-se a comer apenas o que o grande tubarão não quis (SCHMIDT-NIELSEN, 2002).

Ainda dentro do comensalismo encontramos o conceito de *forésia* que é a associação entre indivíduos de espécies diferentes na qual um transporta outro, sem se prejudicarem (PALEVSKY *et al*, 2001), um exemplo de forésia é a relação entre o mosquito-da-dengue (*Aedes aegypti*) e o vírus da dengue. O vírus utiliza o mosquito para o transporte, mas não o prejudica, sendo uma relação neutra para o mosquito e positiva para o vírus da dengue. Outro exemplo de forésia é a dispersão do ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*), que se dispersa pelo vento através de partes de plantas infestadas, ou pelo contato entre a folhagem de plantas diferentes.

2.3.7 Inquilinismo ou Epifitismo

É uma outra forma específica de comensalismo já que apenas uma das partes obtém benefício, sem prejuízo da outra. Se trata de uma associação que acaba ocorrendo como mecanismo de proteção, vivendo uma espécie (inquilina) sobre a superfície ou no interior da outra (hospedeira). Esse termo é normalmente empregado para associações de espécies vegetais, contudo também aplicável a organismos animais (CONSTATINO, 2017).

2.3.8 Amensalismo

Já o contrário ocorre no *amensalismo*, quando uma população é afetada de modo adverso por outra, porém a última não é beneficiada nem prejudicada. Um exemplo dessa interação acontece entre fungos (*Penicillium notatum*), produtores de penicilina, que afetam adversamente muitos organismos; alguns desses organismos afetados podem refletir em um benefício para o fungo, mas outros podem resultar em nenhum benefício ou prejuízo (HANAZAKI *et al* 2013). Ricklefs (2003, p 257) escreve em seu livro “A Economia da Natureza”:

Tanto o comensalismo como o amensalismo são comuns na ecologia e importantes para muitas populações, mas não são frequentemente consideradas em estudos experimentais e teóricos por causa da ausência de uma dinâmica mútua entre os dois participantes. Por exemplo, quando uma ave coloca seu ninho numa árvore, ou um caranguejo ermitão usa a concha de um caracol morto anteriormente, a ave e o caranguejo ganham uma forma de se protegerem dos predadores, mas as populações de árvores e caracóis não são afetadas. Quando um elefante amassa um gafanhoto sob seus pés, a população de gafanhotos sofre, mas o elefante não é afetado(...).

O autor termina afirmando que as relações ecológicas tanto amensais quanto comensais talvez sejam, na sua maioria, acidentais.

2.3.9 Protocooperação

É o tipo de interação que surte benefício para ambas as espécies, porém é uma relação facultativa, ou seja, uma interação ecológica harmônica, em que ambas as espécies são beneficiadas, mas uma pode viver independentemente da outra (RIBEIRO 2017), esse tipo de interação é oportuna e pode ser desfeita a qualquer momento, um bom exemplo ocorre entre o pássaro-palito e o crocodilo: o pássaro-palito come as sanguessugas e restos de comida entre os dentes dos crocodilos. Por causa disto, o crocodilo abre a boca e permite esta ave entrar, assim o crocodilo fica livre desses incômodos e o pássaro-palito obtém alimento de maneira

fácil e segura já que o crocodilo não fecha a boca, e os predadores da ave-palito não se aproximam. Assim essa cooperação bilateral garante benefícios a ambas espécies, mas não requer a presença permanente uma da outra (AMABIS, 2013).

A protocooperação entre as espécies podem envolver interações tróficas defensivas e dispersivas. Werner (1983) chama a protocooperação de Mutualismo facultativo afirmando que cada parceiro nessa interação normalmente proporciona algum produto (como nutrientes) ou serviço (como defesa contra consumidores) que o outro não pode prover por si próprio.

2.3.10 Mutualismo

Aqui ocorre algo mais íntimo pois uma espécie só consegue viver na presença da outra tornando uma associação permanente e obrigatória, em termos gerais podemos classificar o mutualismo em três categorias; defensivo, dispersivo e trófico, geralmente os parceiros no mutualismo suprem recursos complementares ou outros serviços (RICKLEFS, 2003), embora seja uma interação obrigatória, não necessariamente precisa envolver uma associação física próxima, temos muitos exemplos como plantas que dependem de animais para dispersar suas sementes, em troca oferece uma recompensa na forma de frutos comestíveis para o animal dispersor como é o caso da fruta-do-lobo (*Solanum lycocarpum*) e o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) outras plantas, por sua vez, asseguram a polinização cruzada oferecendo um recurso como o néctar aos insetos visitantes como acontece com as abelhas (*Apis spp.*) e a grande maioria das angiospermas e ainda as bactérias nas raízes das plantas que fornecem nitrogênio aos seus hospedeiros em troca de fontes de carbono. (HANASAKI et al, 2013).

2.3.11 Simbiose

Existe uma relação ainda mais intrínseca, que se refere aos indivíduos de espécies diferentes que vivem em relação íntima, então quando ocorre uma associação física entre organismos mutualistas nós chamamos isso de *simbiose*, temos exemplos frequentemente citados como As algas e os fungos formando os líquens, as bactérias no intestino dos cupins que ajudam a digerir a celulose e ainda as bactérias no intestino dos pássaros guia-de-mel como o Indicador (*Prodotiscus regulus*) que ajudam a digerir a cera das colmeias das abelhas. Simbioses ocorrem em toda parte do mundo vivo, e os humanos não são exceção, os humanos têm bactérias benéficas nos intestinos que os ajudam a digerir e a assimilar nutrientes (NOGUEIRA; FILHO, 2010).

O conceito de simbiose que literalmente significa “viver junto” primeiramente foi considerado uma relação harmônica e obrigatória de indivíduos de espécies diferentes que estavam fisicamente ligados, não tendo portanto condições de viver isoladamente, atualmente o conceito de simbiose é tido como a relação de diferentes espécies que estão intimamente ligadas podendo ser benéfica ou adversa a ambas incluindo aqui até mesmo o parasitismo que junto com seus hospedeiros mantém relações especificamente adaptadas para manter o delicado equilíbrio entre a vida e a morte (RICKLEFS, 2003) existem muitas exceções para qualquer categorização, sendo que muitas interações não podem ser classificadas como totalmente benéficas ou totalmente adversas, (HANASAKI *et al*, 2013).

3 RELAÇÕES ECOLÓGICAS COMO FATOR BIOLÓGICO DA SELEÇÃO NATURAL

Em 1859 alguns casais de coelhos europeus foram introduzidos acidentalmente na Austrália, alguns anos depois, com a ausência de predadores naturais estes roedores se tornaram uma grande praga atacando e destruindo plantações e pastos, ameaçando a agricultura e principalmente a pecuária.

Os fazendeiros traçaram várias estratégias de frear a infestação de coelhos, nenhuma delas realmente efetivas, até que em 1950 foi introduzido o vírus do mixoma, um parente da varíola que infectava coelhos na América do Sul , então uma epidemia de mixomatose se espalhou pela população de coelhos do continente Australiano matando aproximadamente 99,8% dos coelhos, com o tempo a população voltou a crescer e houve um segundo surto de mixomatose que desta vez matou 90%, mais tarde um terceiro surto matou cerca de 40% a 60% da população de coelhos e este ritmo continuou em decadência durante os próximos surtos (RICKLEFS, 2003).

3.1 Co-evolução

O que acabou acontecendo foi que o vírus do mixoma acabou selecionando linhagens de coelhos que tinham genes que conferiam resistência ao vírus e ao mesmo tempo linhagens de vírus menos virulentas se tornaram mais prevalentes já que elas não matavam seus hospedeiros tão rapidamente e foram, portanto, mais rapidamente dispersadas para novos hospedeiros.

Podemos observar nessa história que o declínio na letalidade no vírus do mixoma foi decorrente de respostas evolutivas, tanto nas populações de coelhos quanto nas de vírus. É o que podemos chamar de “*co-evolução*”. Esse termo foi usado pela primeira vez por Mode (1958, *apud* RICKLEFS, 2003) ela acontece quando a população de duas ou mais espécies, interagindo entre si, desenvolvem respostas a característica da outra reciprocamente, isso acaba afetando o ajustamento individual.

Souza; Toni e Cordeiro (2011) elencam quatro premissas da evolução que elas chamam de fatores evolutivos, são elas; deriva genética, migração, mutação e seleção natural, para as autoras a ação de um ou mais destes fatores acarretam mudanças nas frequências alélicas e conseqüentemente a evolução da espécie, nesse sentido, as relações ecológicas

acabam promovendo um destes fatores evolutivos, a seleção natural. Snustad (2008) resume evolução como pressão ambiental mais plasticidade do DNA, esta “pressão ambiental” pode ser física, como exemplo as mudanças climáticas que alteram os ecossistemas e acabam promovendo a seleção natural (SOUZA; TONI E CORDEIRO, 2011), ou biológica, já que todos os organismos não fotossintéticos devem comer, e todos sofrem o risco de serem comidos e ainda precisam ter sucesso reprodutivo, por tanto, para isso precisam desenvolver características e estratégias comportamentais, e estas acabam sendo passadas as outras gerações, isso acaba contribuindo com a diversidade de espécies. Sobre essa ideia, Ricklefs (2003 p 308) com propriedade comenta:

As plantas e os animais usam diversas estratégias de comportamento para obter alimentos e evitar serem comidos ou parasitados. Muita desta diversidade é o resultado da SELEÇÃO NATURAL (*friso nosso*) agindo sobre as formas pelas quais plantas e animais procuram recursos e escapam da predação. Desenhos de asas que se confundem artisticamente com o fundo ajudam as mariposas a escapar da observação dos predadores. As flores, por suas chamativas cores e fragrâncias, atraem a atenção dos insetos e aves que transportam o pólen de uma flor para a próxima.

Então, são agentes biológicos cuja influência forma tais adaptações, ou seja, são organismos vivos em relações ecológicas contribuindo com a evolução das espécies. Em geral as relações ecológicas estimulam respostas evolutivas recíprocas (co-evolução) e na maioria das vezes antagonistas como é nas relações predador/presa ou parasita/hospedeiro, nessas interações quando um dos antagonistas não consegue evoluir rápido o bastante, ele pode ser levado à extinção. Já as respostas evolutivas em relações mutualísticas podem levar a arranjos estáveis de adaptações complementares que promovem sua interação culminando com as simbioses onde os organismos já não podem mais viver separados ou quem sabe até uma nova espécie através de uma evolução reticulada. (MOREIRA, 2009)

4 DAS RELAÇÕES ECOLÓGICAS E O SURGIMENTO DOS ANIMAIS COMPLEXOS

Como já vimos antes, a terra está repleta de vida. De organismos simples até os mais complexos colonizando praticamente todos os ecossistemas, neste tópico gostaríamos de nos ater nos organismos mais complexos.

Cerca de 570 milhões de anos atrás surgiram os organismos eucarióticos multicelulares num período chamado de *explosão cambriana*, os primeiros multicelulares pertencem a uma fauna distribuída por todo o mundo, chamada de Ediacara (BLANKENSTEYN, 2010), nestes últimos 500 milhões de anos nenhum novo grupo, animal ou vegetal foi criado (filo, classes, etc.), o que vem ocorrendo de fato são especializações de órgão de sentido, adequação de ritmos biológicos, comportamentos de comunicação, de mimetismo e funções endócrinas entre outros, enfim, o que vem ocorrendo são adaptações de modo a ampliar o sucesso ecológico das populações (*op.cit.*), essa especialização acaba aumentando o nível de complexidades das plantas e animais, a complexidade aqui não deve ser entendida como medida de superioridade ou inferioridade, quando comparada a outros tipos de organismos (SOUZA; TONI E CORDEIRO, 2011), devemos pontuar que se torna imprescindível haver um sistema eficiente de obtenção de energia, mecanismos que possam suprir a demanda energética de forma rápida e eficiente, este gerador de energia metabólica nos eucariotos multicelulares está localizado no interior de suas células.

A atividade principal das células é justamente a produção de energia metabólica e duas organelas se dedicam ao metabolismo energético e a produção de ATP, (adenosina trifosfato) a mitocôndria e o cloroplasto (BOUZON *et.al* 2010).

As mitocôndrias possuem um papel crucial na geração de energia nas células eucarióticas, são responsáveis pela maior parte da energia útil derivadas da degradação de ácidos graxos que são convertidos em ATP pela fosforilação oxidativa e os cloroplastos utilizam a energia capturada da luz solar para gerar ATP necessário para síntese de carboidratos a partir de CO₂ e H₂O e é aqui que mais uma vez entra a importância das *relações ecológicas* na formação e manutenção da vida.

4.1 Endossimbiose

Como já discutimos neste trabalho, a simbiose é um tipo de interação entre as espécies com a peculiaridade de ser obrigatória. Estudos recentes mostram que estas organelas

(cloroplastos e mitocôndrias), que conferem as células dos eucariotos multicelulares um eficiente sistema de obtenção de energia metabólica é fruto de uma simbiose estável.

Em 1970 a Bióloga Lynn Margulis propôs a “*Teoria da Endossimbiose*” (BOUZON *et.al* 2010), onde postula que os ancestrais das mitocôndrias e cloroplastos eram células procarióticas, possivelmente, a célula hospedeira era uma espécie de fagócito heterotrófico capaz de englobar partículas, após englobar a célula procariótica autotrófica, ela permaneceu mantida no citoplasma da célula hospedeira sem que houvesse degradação. Os dois organismos então começaram a viver em simbiose e, posteriormente, ficaram incapacitados de viver isoladamente. O procarionte provavelmente beneficiou a célula hospedeira com o processo de respiração (mitocôndria) e fotossíntese (cloroplasto), e a célula hospedeira fornecia proteção e nutrientes (SOUZA; TONI E CORDEIRO, 2011) estudos recentes do genoma humano e DNA mitocondrial tem corroborado com esta teoria.

Então podemos dizer que cerca de 2,5 bilhões de anos atrás surge uma nova linhagem de organismos como resultado de uma endossimbiose estável. Isso (perspectiva nossa) acaba trazendo um problema aos modelos da cladística que define evolução como um processo evolutivo formado pela ruptura de um táxon ancestral em dois ou mais táxons descendentes ou cladogênese (MOREIRA, 2009), isto é evolução por divisão de uma espécie em duas, mas segundo a teoria da Endossimbiose a evolução pode se dar (pelo menos em um dado momento da história evolutiva) por fusão de duas espécies em uma (figura 5). A própria Margulis comenta em seu estudo que os eucariotos são de fato, “quimeras produzidas pela combinação de diversos genomas” (*apud.* SOUZA; TONI E CORDEIRO, 2011). Podemos dizer então que a evolução dos organismos eucariotos multicelulares dependeu então, de uma *interação ecológica*, uma simbiose estável que proporcionou um excelente gerador de energia metabólica sendo assim um facilitador do desenvolvimento de tecidos, órgãos e sistemas mais complexos.



Figura 5 - Ilustração elaborada sob orientação do Profº Alexandre Paulo Teixeira Moreira, durante aula presencial de Zoologia. A) um cladograma representando a evolução por divisão de espécies e, B) um endograma representando a evolução por fusão de espécies.

Fonte: Arquivo pessoal

5 DAS RELAÇÕES INTERESPECÍFICAS ENTRE *GUNNERA MANICATA* E *NOSTOC PUNCTIFORME*

Com o intuito de se aprofundar mais nos estudos das relações ecológicas, resolvemos conferir *in loco* uma interação entre uma angiosperma da família das Gunneraceae, bastante comum na serra catarinense com uma cianobactéria do gênero Nostoc. Uma peculiaridade dessa interação é que ela é única entre angiospermas e bactérias fixadoras de nitrogênio.

5.1 *Gunnera manicata* na Serra Catarinense

A *Gunnera manicata*, na Serra Catarinense conhecida como Urtigão-da-Serra (figura 6), é uma angiosperma muito antiga da família das Gunneraceae, possui folhas grandes com tamanho médio de 90x90 podendo chegar até 3 metros de diâmetro (BERCKHOLTZ, 1891), encontrada em banhados e turfeiras, terrenos úmidos de Ph geralmente ácido. Esta espécie é dotada de espinhos moles no caule e na face abaxial de suas folhas, é considerada como típica das matilhas nebulares de encosta do planalto sulino com bom desenvolvimento em altitudes (RAMBO, 1953) de fato ao trilhar pelas encostas da Serra do Rio do Rastro os primeiros espécimes surgem a partir dos 1000 metros de altitude e daí em diante são bastante expressivos na paisagem. Suas folhas gigantes são uma característica marcante, pode-se identificá-las com facilidade nas encostas e cânions da Serra Catarinense, com suas flores polinizadas pelo vento, seus pequenos frutos vermelhos atraem aves que acabam lançando as sementes pelas encostas (STEMANN, 2011).



Figura 6 Urtigão-da-Serra (*Gunnera manicata*).
Fonte: Arquivo pessoal

5.2 Protocooperação *Gunnera-Nostoc*

É sabido que Urtigão-da-Serra (*Gunnera manicata*) é a única angiosperma a ter uma interação com cianobactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Nostoc* como a *Nostoc punctiforme* (MARIOTTI, 2010) porém, esta complexa relação *Gunnera-Nostoc* só acontece se a planta for privada de nitrogênio (WAN-LING *et al*, 2005). Na privação de nitrogênio o Urtigão-da-Serra desenvolve glândulas de cor avermelhada devido ao acúmulo de antocianinas (BONETT, 1981) estas glândulas servem para atrair cianobactérias do gênero *Nostoc* que acabam colonizando a planta na forma de filamentos chamados hormônios moveis (figura 7) (JOHANSSON C, BERGMAN B 1994).

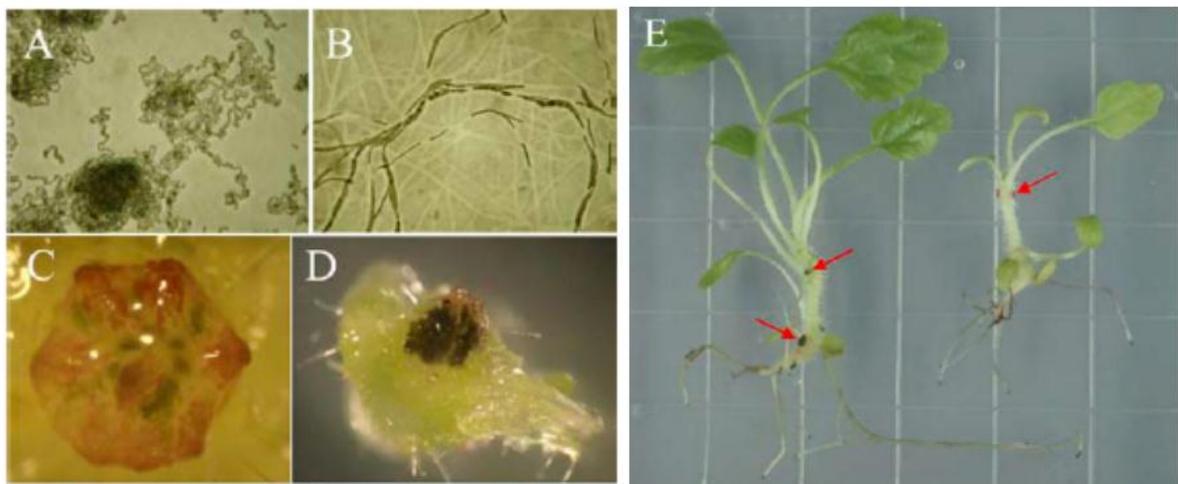


Figura 7 - Estabelecimento da interação *Gunnera-Nostoc* in vitro: **A)** formação de hormogônios em movimento. **B)** hormogônios de *Nostoc punctiforme* formados após 12h da inoculação. **C)** Crescimento de *Nostoc punctiforme* na superfície de uma glândula adulta 3 dias após a inoculação. **D)** Corte transversal do caule de *Gunnera manicata* colonizada que revelou colônias de *Nostoc punctiforme*. **E)** Crescimento de mudas de *Gunnera manicata* durante 2 meses. As setas mostram as posições das glândulas colonizadas.

Fonte: WAN-LING *et al* 2005.

Wan-ling (2005) cultivou dois lotes de *Gunnera manicata* em ambientes estéril e privado de nitrogênio para desencadear o desenvolvimento das glândulas, tempos depois, um lote de *Gunnera manicata* foi inoculado com cianobactérias *Nostoc punctiforme* enquanto o outro lote continuou em ambiente estéril, após dois meses efetuaram-se cortes transversais no caule das plantas dos dois lotes. No tecido das plantas inoculadas com cianobactérias era visível manchas verde-escuro desde o córtex até a borda da estela, resultado da colonização dos tecidos por *Nostoc punctiforme*, enquanto as plantas que permaneceram em ambiente esterilizado apresentavam uma cor verde-pálido uniforme.

As formações de colônias de *Nostoc punctiforme* nas hospedeiras eram prontamente aparentes, isto é, eram vistas claramente sem auxílio de lupas ou microscópios como se observa na figura 8.



Figura 8 - Corte transversal em espécimes de *Gunnera manicata* adulta evidenciando as manchas esverdeadas típicas da colonização por *Nostoc punctiforme*.

Fonte: PLANTSYSTEMATICS.ORG

5.3 Expedição *Gunnera-Nostoc* na Serra do Rio do Rastro

Tendo em vista estes dados, organizamos uma expedição *solo* e partimos a campo para tentar observa-los nas populações de *Gunnera manicata* da Serra Catarinense, e se de fato esta interação está acontecendo por aqui, já que não se trata de uma simbiose propriamente dita e sim de protocooperação, pois ambas as espécies da interação podem viver separadas e sem prejuízos. A expedição teve início dia 02 de julho de 2016 (Figura 9).

Bem antes da alvorada já caminhávamos pelas encostas para poder aproveitar o máximo do dia já que o mês de julho os dias são os menores do ano.



Figura 9 - Início da expedição na madrugada do dia 02 de julho de 2016
Próximo ao mirante da Serra do Rio do Rastro ao fundo, na planície,
podemos ver a cidade de Orleães.
Fonte: Arquivo pessoal

Percorremos um trajeto a pé, de trinta e seis quilômetros, contornando as encostas da Serra do Rio do Rastro, foram três dias de caminhada onde caminhávamos doze quilômetros por dia (figura 11), neste tempo foram coletadas amostras de 16 espécimes distribuídas ao longo do trajeto (figura 12) A referida angiosperma é encontrada por todo o ambiente, foram avistadas nas bordas das encostas (figura 10), no início dos “caminhos de Tropeiros” (caminhos antigos por dentro dos cânions que ligavam o planalto à planície e eram usados durante as estações para mudar o gado em busca de pastagens verdes e ainda para transporte de mercadorias entre as cidades) começando a desaparecer a uma altitude abaixo dos 1000 metros, e ao redor das matilhas nebulares e riachos que cortam os campos de altitude (figura 10).

A cada 2,5 ou 3 quilômetros de caminhada, dependendo de onde achávamos o Urtigão-da-Serra, era escolhida uma planta para ser fotografada, na planta selecionada era efetuado um corte horizontal na base do caule entre 15 a 20 centímetros do chão dependendo do tamanho da planta, em seguida, com um pouco d'água era limpo o local do corte a fim de tornar mais nítida a visualização das manchas esverdeadas que se iniciam da casca em direção ao parênquima, características típicas da interação *Gunnera-Nostoc*.



Figura 10 – Urtigão-da-Serra localizado em todos ambientes da serra Catarinense. A, ao redor das matilhas nebulares (seta vermelha). B,D nas encostas dos paredões (seta vermelha) e C, as margens de córregos e riachos.

Fonte: Arquivo pessoal.

No primeiro dia caminhamos do Mirante da Serra do Rio do Rastro até um cânion chamado de Funil (figura 11), sempre acompanhando as bordas das encostas para evitar as turfeiras, neste dia foram coletados materiais de cinco espécimes nas encostas e as matilhas nebulares (figura 12).

Às dezesseis horas, já no cânion do Funil, montamos acampamento em uma pequena clareira de uma matilha nebulosa a dez metros da parede norte do cânion, na manhã seguinte após a alvorada levantamos acampamento para iniciar a segunda jornada de doze quilômetros rumo ao norte seguindo sempre as bordas dos paredões de pedra, a paisagem era a mesma do dia anterior com incidência de mais turfeiras e alguns “varamatos” (locais de mata fechada, sem caminho aberto para passagem), durante o trajeto íamos observando e coletando materiais, no final do dia foram coletadas seis amostras, em todas elas eram evidenciadas as manchas típicas da interação.

Às dezesseis horas do segundo dia, às margens de um riacho, montamos acampamento a revesa de alguns Urtigões-da-Serra que nos proporcionaram um excelente abrigo do vento (figura 11). No terceiro e último dia, novamente após a alvorada, levantamos acampamento para a última caminhada em direção ao cânion Laranjeiras, o último dia da expedição se deu

como os outros dias onde coletamos materiais de mais cinco espécimes e retornamos para casa.



Figura 11 – Percurso feito durante a expedição; marcando início, pontos de acampamento e termino da mesma.
Fonte: Arquivo pessoal.

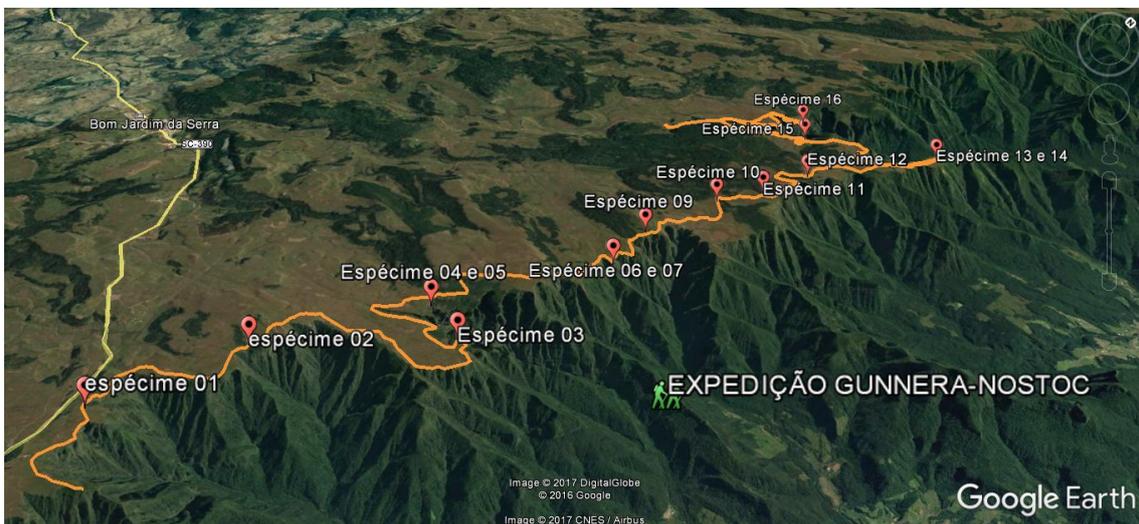


Figura 12 - Percurso da expedição; marcando os pontos de coletas de cada uma dos 16 espécimes coletadas de *Gunnera manicata*.
Fonte: Arquivo pessoal.

5.4 Análise e resultado da Expedição Gunnera-Nostoc

Num segundo momento escolhendo as melhores fotografias, reunimos um total de 43 imagens (algumas delas nas figuras 13, 14, e 15) e comparamos com as imagens nos trabalhos de Johansson, Bergman (1994) e Wan-ling (2005) (figuras 7; 8).

Constatamos que os espécimes que fotografamos durante os 3 dias de expedição mostravam manchas idênticas aquelas apresentadas nos trabalhos destes autores, bem como sua forma, cor e distribuição no parênquima da planta, nos levando a crer que as populações de Urtigão-da-Serra (*Gunnera manicata*) presentes na formação geológica do Rio do Rastro desenvolvem uma relação de protocooperação com bactérias fixadoras de nitrogênio.

Desde plantas mais jovens até as mais antigas, todas apresentavam as referidas manchas, muito provavelmente por se desenvolverem em solo com Ph predominantemente ácido (WAN-LING 2005). Já que se trata de uma protocooperação poderia haver a possibilidade de não existir a tal interação ecológica nas populações de *Gunnera manicata* presente nas encostas da Serra do Rio do Rastro, porém com o resultado do material produzido durante a expedição, concluímos que a protocooperação entre o Urtigão-da-Serra (*Gunnera manicata*) e cianobactérias fixadoras de nitrogênio é de fato, observada.



Figura 13 - Corte transversal nos espécimes 2 e 3, coletadas no 1º dia da expedição mostrando as manchas verde-escuras nas extremidades do parênquima, característica da interação Gunnera-Nostoc.

Fonte: arquivo pessoal



Figura 14 - Corte transversal nos espécimes 6 e 7 coletadas no 2º dia da expedição mostrando as manchas verde-escuras nas extremidades do parênquima da planta, características da interação *Gunnera-Nostoc*.
Fonte: arquivo pessoal.



Figura 15 - Corte transversal nos espécimes 11 e 15 coletadas no 3º dia da expedição mostrando as manchas verde-escuras que avançam para o parênquima da planta, características da interação *Gunnera-Nostoc*.
Fonte: Arquivo pessoal.

6 DAS RELAÇÕES ECOLÓGICAS E A PERCEPÇÃO DOS ALUNOS

Atualmente, temos grande acessibilidade as informações sobre as relações ecológicas e as formas de interações biológicas no mundo natural, por meio do cinema, da televisão, das novas tecnologias da informação. Programas como National Geographic ou a série Planeta Terra, da BBC e muitos mais, mostram tais interações nos polos, nas montanhas, na água doce, nas cavernas, nos desertos, nas grandes planícies, nas selvas, nas florestas sazonais, no mar raso, nos grandes oceanos.

A facilidade de acessar essas informações está na palma de nossas mãos, a questão é como construir o conhecimento a partir delas. Que percepção os alunos do ensino médio possuem a respeito das relações ecológicas bem como suas consequências? É possível estabelecer um significado único para o tema “Relações ecológicas”? Para Guimaraes (2008), essa ideia é associada a muitos outros objetivos além dos que se relacionam mais diretamente à preservação dos recursos naturais, que observamos nos discursos ambientalistas. Então podemos dizer que *não* há um sentido único de natureza e, por consequência, um único significado para as relações ecológicas de um modo geral, muitos dos quais até divergentes entre si. Partindo deste ponto de vista, quantas maneiras possíveis de construir significados sobre a natureza, os alunos do ensino médio conseguem distinguir?

6.1 O Antropocentrismo

A Décadas atrás, na Europa, uma ideia de René Descartes, “Cartesianismo” postulava a predominância do ser humano sobre todas as coisas e criaturas do mundo” uma ideia que *não* considerava o homem como um elemento integrante da natureza e sim como usuário dela (GRÜN, 1996), porém o grego Protágoras (*apud* GORDILHO 2011) já dizia que “*o Homem e a medida de todas as coisas*” com isso acreditamos que esta ideia sobre o que é o homem e a natureza, tenha nascido bem antes de Descartes, nos primórdios da cultura ocidental, com a elenização do mundo antigo e o advento da cristandade, mas, é na Europa iluminista que essa ideia toma um rumo mais científico do que religioso. A grande verdade é que o homem nunca se viu como parte efetiva da natureza, sobre o tema, Branco (1995) com propriedade afirma que:

O homem - seja isolado, seja em sociedade - não se vincula a qualquer cadeia de alimentação ou fluxo de energia/matéria, na natureza, isto é, não participa de sua estrutura e função: apenas interfere nelas. A atividade humana consiste em introduzir novas orientações aos fluxos energéticos e de massa, no sentido de dirigi-

los para proveito de suas comunidades, e este é o seu modo característico de relacionar-se com o meio ambiente (BRANCO, 1995, p 229).

Essa *ética antropocêntrica* associa-se, então, à consolidação de um paradigma mecanicista na ciência. Tal paradigma permitiu que a natureza passasse a ser estudada e entendida como algo mecânico, cujo funcionamento poderia ser estudado de forma fracionada afim de se ter o conhecimento do todo a partir do conhecimento sobre as partes (GUIMARAES, 2008).

Ao que tudo indica esse modelo vem se perpetuando no ensino de ecologia nas escolas e fora dela. Grün (1996) argumenta que, muitas vezes, as próprias práticas de Educação Ambiental se deixam enredar nas malhas da ética antropocêntrica. Um exemplo muito comum disso é quando os discursos ambientalistas propõem que devemos nos preocupar com a preservação da natureza pensando nas futuras gerações e na sobrevivência da nossa espécie (ou ainda que as espécies extintas podem ser úteis e valiosas para a cura de doenças ou outras finalidades que interessariam a nós, seres humanos).

6.2 As relações Ecológicas pelo olhar dos alunos

De Souza (2014) em uma pesquisa com alunos do ensino médio das escolas de Seropédica-RJ tentando compreender as relações ecológicas pelo olhar dos alunos, conclui que; há diversos obstáculos para obtenção de ações pedagógicas com um caráter crítico, segundo o autor o conservadorismo ainda é fortemente enraizado no sistema escolar, embora as ações adotadas pela escola sejam de contextualizar o conhecimento a ser trabalhado, ainda se observa uma visão tradicional deste tema.

Os estudos de Quesado (2017), corroboram com as afirmações de De Sousa. Quesado analisou como as interações ecológicas são abordadas nos livros didáticos do 3º ano do Ensino Médio, se existe clareza nos textos, e se estão de acordo com as orientações do Parâmetro Curricular Nacional (PCN).

Ele analisou seis livros, todos de autores diferentes e sua conclusão foi que; embora o assunto tenha sido abordado em todos os livros e que estes seguiram a maioria das orientações do PCN, o tema é trazido de forma pouco esclarecedora e dificultam a compreensão de que o ser humano faz parte da Natureza, pois é apresentado como a parte prejudicada nas interações Parasitismo e Competição.

Acreditamos que esta seja uma questão de extrema importância pois, termos a compreensão de que estamos contidos nas relações ecológicas e que estas não são meras

dispensas para nossos desfrutes, mas essencial para a harmonia entre homem e natureza, entre sociedade e meio ambiente. Daí a importância de fomentar no aluno a concepção do homem como seu participante e não como simples beneficiário natural, para tal é preciso romper com os paradigmas mecanicistas da educação ambiental tradicional e voltar para um discurso mais crítico associando conteúdo com conhecendo já contido no sujeito pois como já indagou Freire (2002, p 29).

Por que não discutir com os alunos a realidade concreta a que se deva associar a disciplina cujo conteúdo se ensina(...)? Por que não estabelecer uma necessária “intimidade” entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos?

É perceptível que as ideias, práticas, usos e percepções a respeito de natureza são de cunho antropocêntrico e estão diluídas na sociedade quase que intrinsecamente, há aqui um elo que precisa ser quebrado. Diante da necessidade de se quebrar o paradigma antropocêntrico atualmente majoritário é imprescindível mobilizar reflexões sobre a importância de se adotar uma nova perspectiva, realizando efetivamente uma mudança ética, e o *locus* estratégico é a sala de aula.

6.2.1 Pesquisa aplicada aos alunos do ensino médio das escolas: Martinho Alves dos Santos e Marechal Luz

Tentando entender melhor a maneira como os alunos compreendem a o conceito de natureza, meio ambiente e relações ecológicas (considerando o conhecimento arraigado do lar contido no sujeito, uma das máximas de Freire) realizamos um trabalho com os alunos do ensino médio das escolas EEB Marechal Luz em Jaguaruna e a EEB Martinho Alves dos Santos em Tubarão.

Primeiramente com base nas ideias de ética ambiental “antropocêntrica” e “biocêntrica” de Levai (2010), Capra (2013) e Branco (1995) elaboramos seis afirmações sobre natureza e meio ambiente, das quais três eram de cunho antropocêntrico e três de cunho biocêntrico e ainda duas imagens (figura 18) sobre os referidos conceitos. As afirmações foram apresentadas aos alunos do 1º e 2º ano do ensino médio das escolas retro descritas, em forma de questionário (anexo no compendio).

Os alunos foram instruídos de que não havia questões certas ou erradas e que as afirmações contidas no questionário eram baseadas na visão de autores sobre o tema, e que os mesmos deveriam escolher três afirmações que estavam em concordância com os seus

próprios conceitos de natureza e meio ambiente. Para essa atividade os alunos tiveram vinte minutos, neste tempo surgiram algumas dúvidas a respeito das questões e todas foram sanadas a fim de que o texto, ficasse claro.

Após o questionário, apresentamos uma palestra com o título; “*Uma breve História da Vida*” explanando a pesquisa desse trabalho e a importância das relações ecológicas na manutenção da vida no planeta, durante a palestra exploramos vários recursos audiovisuais, imagens e vídeos da expedição Gunera-Nostoc em Bom Jardim da Serra e concluímos falando acerca das ações antrópicas e como elas podem alterar o clima e o meio ambiente no futuro (figura 16)



Figura 16 - Início da palestra para os alunos do ensino médio da EEB Martinho Alves dos Santos em Tubarão/SC.

Fonte: Arquivo pessoal.

Após o termino da palestra, aplicamos o questionário novamente (figura 17) explicando que eles poderiam mudar suas afirmações caso achassem conveniente. Para essa última atividade dispomos de trinta minutos, neste tempo novas perguntas surgiram sobre alguns assuntos da palestra como endossimbiose e a origem biológica do O₂, ouve bastante interação por parte dos alunos principalmente sobre a expedição que realizamos para elaboração deste trabalho, nos levando a concordar com as ideias de Santos (2016) este autor realizou um estudo com os alunos do 1º ano do ensino médio Centro Educacional SESI 087 em Santos/SP visando encontrar estratégias pedagógicas que despertassem o interesse dos alunos na disciplina de biologia, Santos (*op. Cit.*) concluiu que é fundamental que a pesquisa de campo seja estimulada aos alunos do ensino médio através de atividades investigativas e bem diversificadas, visando o interesse maior pela matéria desses alunos e ampliando os recursos didáticos oferecidos pelas escolas e docentes.



Figura 17 - Aluno do EEB Marechal Luz em Jaguaruna/SC, respondendo o questionário.

Fonte: Arquivo pessoal

6.2.2 Análise do questionário.

Pretende-se com o questionário, analisar a compreensão dos alunos do ensino médio a respeito de natureza e meio ambiente bem como a profundidade do conhecimento que os mesmos possuem sobre o referido tema. E se tais conceitos já concebidos, podem ser de alguma forma, mudados ou não. Para identificar a possibilidade de tais mudanças propomos uma palestra de perspectiva biocêntrica entre a aplicação dos questionários. Analisamos agora, as afirmações que compõem o referido questionário. A primeira afirmação se trata da visão de natureza de Capra (2013, p 25) afirmando que:

Na natureza não se separa seres humanos ou qualquer outra coisa do meio ambiente natural, vemos o mundo NÃO (*friso nosso*) como uma coleção de objetos isolados, mas como uma rede ligando todos os seres vivos. Todos interconectados e interdependentes.

Aqui o autor atribui a mesma importância a “seres humanos e qualquer outra *coisa* do meio ambiente” (segundo Kant (1952) coisa é tudo o que não pode ser objeto de imputação) Capra (*o. cit.*) explana de forma clara a conexão e dependência dos seres vivos sendo portanto, uma afirmação pautada na ética biocêntrica. A segunda afirmação trata-se da descrição

feita por Levai (2010), sobre o homem que vive numa sociedade que explora de forma predatória a natureza para poder manter-se, para o autor, tal sociedade acredita que:

O ser humano, como o centro do Universo, encontra-se acima das outras formas de vida e, justamente por essa razão, desfruta e dispõe dos recursos naturais e de todas as outras espécies animais conforme interesses estabelecidos por ele mesmo, a seu bel prazer (LEVAI, 2010, p 129).

A obviedade supracitada sustenta a visão antropocêntrica, vê o homem como o único destinatário das normas legais e vinculam ao bem-estar da espécie dominante o respeito à vida. Desta forma, negam direitos à outras formas de vida, com base na argumentação da superioridade humana. Branco (1995) citando Dellatre (1991) pontua que a invocação de direitos implica, necessariamente, relação entre elementos de mesma espécie, os direitos que cada um possui com relação à sociedade decorrem de deveres dos membros da sociedade com relação a cada um dos outros membros, é então, a ética da sociedade para própria sociedade e não há aqui comprometimento com a natureza a não ser que esta comprometa o conforto e sobrevivência da sociedade. Vamos a terceira afirmação e esta acaba sendo segundo Grün (1996 101), um engodo até para os próprios ambientalistas quando dizem:

Precisamos preservar os recursos naturais para garantir o futuro da humanidade, cada planta ou animal que é extinto pode estar levando com ele a oportunidade de cura de alguma doença ou da criação de algum medicamento importante.

Esta afirmação que, embora esteja em conformidade com os ditames da ética perante a sociedade, não deixa, em nenhum momento, o antropocentrismo pois, vincula a sobrevivência da humanidade a preservação dos recursos que ela consome, não é aqui considerado a preservação para manter o caráter homeostático e o equilíbrio vital do planeta.

A quarta afirmação vem da proposta de Prada (2008, p 39) para um novo paradigma, o Biocêntrico ou Ecocêntrico, segundo a autora:

Há a necessidade de mudanças no sentido de valorizar não apenas o bem-estar do homem, mas também das outras formas de seres vivos, implicando nisso o bem comum, o bem de todo o planeta.

Essa nova proposta não visa explorar a natureza, mas, sim, interagir e harmonizar-se com ela. Assim, diante da necessidade de modificar o entendimento de que somente o ser humano importa, nasce a corrente biocêntrica, que visando dar importância a todos os seres

viventes, contrapõe-se ao antropocentrismo. A quinta afirmação é uma frase de Mahatma Gandhi:

“Cada dia a natureza produz o suficiente para nossa carência. Se cada um tomasse o que lhe fosse necessário não haveria pobreza no mundo e ninguém morreria de fome” (Mahatma Gandhi.)

De fato, essa é uma verdade incontestável. Estamos consumindo mais do que a terra pode repor, isso é o que afirma a GLOBAL FOOTPRINT NETWORK (2014) uma organização não governamental com sede nos Estados Unidos, Suíça e Bélgica que calcula a biocapacidade mundial e o conjunto de impactos ecológicos (ou pegada ecológica) no planeta ela faz isso olhando para a quantidade de área produtiva (terra e mar) disponível para fornecer recursos e absorver os resíduos de acordo com as limitações da tecnologia atual e as práticas de gestão, esse cálculo é anual e todo ano fechamos nos vermelho. Então Gandhi foi feliz em sua afirmação, muito embora não exclua dela o antropocentrismo, já que ele entende que a natureza produz para as necessidades do homem. O que Gandhi entende por *produção* e na verdade o fluxo de energia carregado pela cadeia trófica e que mantém os ecossistemas funcionando.

É natural que concordamos com a afirmação de Gandhi, já que o homem não se vê inserido nessa cadeia trófica, como Bem versa Branco (1995) o homem não se vincula a qualquer cadeia de alimentação ou fluxo de energia/matéria, na natureza, isto é, não participa de sua estrutura e função, apenas interfere nelas. Agora a última afirmação do nosso questionário diz que:

O Homem não é (ou pelo menos não deveria ser) simplesmente um usuário da natureza, um beneficiário natural, ele é dependente dela, conectado com ela, inserido nas relações ecológicas juntos com os demais seres vivos.

É uma adaptação das ideias de Branco (1995) e Capra (2013) que tira o homem do centro para colocá-lo como um *elo da corrente*, relacionado com o meio de forma dependente, interagindo ética e conscientemente com os demais seres vivos.

Ainda falando do questionário, foi apresentado aos alunos duas figuras e convidados a elencar a que mais compactuava com o ideal de natureza e meio ambiente. Vivemos uma geração de imagens, as redes sociais provam isso, na pesquisa as imagens foram melhores interpretadas do que os próprios textos apresentados.

A imagem 01 (figura 18) é a mais familiar pois se equipara as ilustrações da pirâmide de uma cadeia alimentar que sempre traz o homem no topo como representante dos predadores de topo, isso passa a ideia de dominação, mas não o representa como peça harmônica e inserida nessa cadeia, é, mais uma vez, o antropocentrismo incutido no ideário coletivo, é cultural, quase religioso, camuflado nas imagens, nos discursos, até mesmo nas leis.

A segunda imagem (figura 18) melhor representa o senso de equilíbrio ecológico, não é mais uma pirâmide, mas esférica, como uma teia que conecta habitats, nichos, populações, não é uma imagem para representar uma cadeia trófica, mas para representar um ideal de sinergia, de homeostasia ecológica.

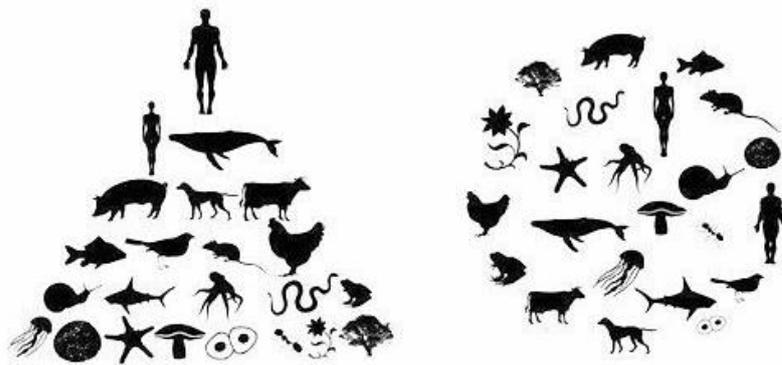


Figura 18 - Apresentando as imagens 01 e 02 respectivamente, usadas no questionário, a imagem 01 com um apelo antropocêntrico enquanto a imagem 02 representando o Biocentrismo.
Fonte: INGRUM.ORG

6.2.3 Resultado final do Questionário

Resumindo o questionário, as afirmativas A, D, F bem como a figura 02 baseiam-se no paradigma Biocêntrico enquanto que as afirmações B, C, E bem como a figura 01, baseiam-se no paradigma Antropocêntrico.

Na escola Martinho Alves dos Santos de Tubarão/SC, 26 alunos participaram da pesquisa e da palestra e na escola Marechal Luz de Jaguaruna/SC foram 35 alunos num total de 61 alunos participantes e os resultados ficaram assim:

Tabela 2 - Resultado para cada afirmativa durante os dois questionários aplicados nas escolas Martinho Alves dos Santos e marechal Luz.

EEB Martinho Alves de Souza		EEB Marechal Luz	
Questionário 01	Questionário 02	Questionário 01	Questionário 02
A) 16	A) 23	A) 19	A) 31
B) 02	B) 00	B) 07	B) 00
C) 19	C) 19	C) 26	C) 22
D) 06	D) 05	D) 07	D) 12
E) 13	E) 11	E) 22	E) 15
F) 22	F) 20	F) 24	F) 25
Imagem 01) - 09	Imagem 01) - 04	Imagem 01) - 14	Imagem 01) - 6
Imagem 02) - 17	Imagem 02) - 22	Imagem 02) - 21	Imagem 02) - 29

Percebemos grande semelhança nas respostas dos alunos das duas escolas, mesmo sendo em escolas diferentes, em cidades diferentes. De um modo geral a palestra alcançou seu propósito como podemos observar na figura – 19. Houve uma mudança de ponto de vista dos alunos com relação a natureza e meio ambiente, já no primeiro questionário observamos uma tendência ao Biocentrismo que se pontuou ainda mais no segundo questionário (figura – 19).

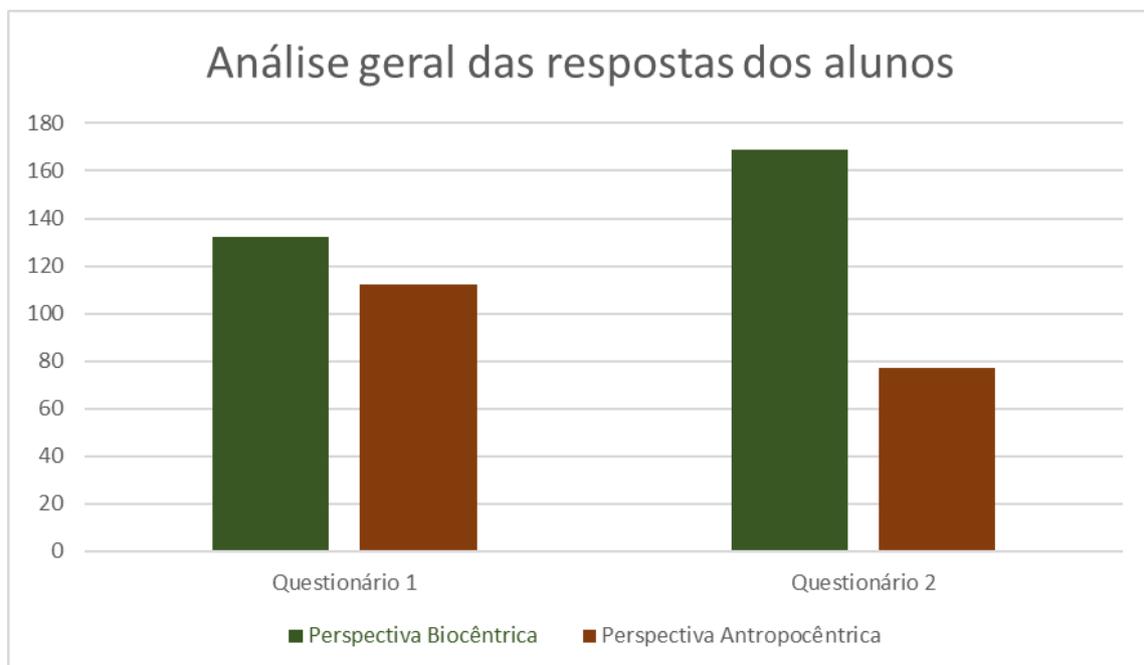


Figura 19 - Análise geral das respostas dos alunos das duas escolas pesquisadas; comparação das perspectivas biocêntrica e antropocêntrica durante os dois questionários.

Porém, quando vamos analisar as respostas das afirmativas separadamente, nos dois momentos do questionário (figura – 20 e 21), percebemos que os conceitos dos alunos não ficam tão claros. A afirmativa C, por exemplo, esteve entre as três afirmativas mais escolhidas pelos alunos sem muita variação nos dois questionários, talvez porque, independente dos paradigmas discutidos aqui, ela se encaixa muito bem nos ditames da ética, lembrando o que já disse Branco (1995), que ética implica necessariamente direitos e deveres da sociedade para com a sociedade, com base nisso podemos dizer que não é antiético sacrificar milhares de cabeças de gado em abatedouros para alimentar a sociedade, ou derrubar uma floresta de eucaliptos para construir casas, ou ainda, ceifar uma plantação de trigo, isso só *não* seria correto se tais atividades comprometessem o conforto e a sobrevivência da sociedade e a afirmativa C, fala justamente sobre isso, o prejuízo da sociedade quando se consome os recursos naturais desordenadamente.

O revés encontramos na afirmativa D, uma das menos escolhidas entre os alunos, que apresenta a necessidade de igualdade a todas as formas de vida, e esta perspectiva é crucial para a mudança de paradigmas, porém esse é um grande desafio haja vista o tempo cultural e o antropocentrismo intrínseco diluído nela.

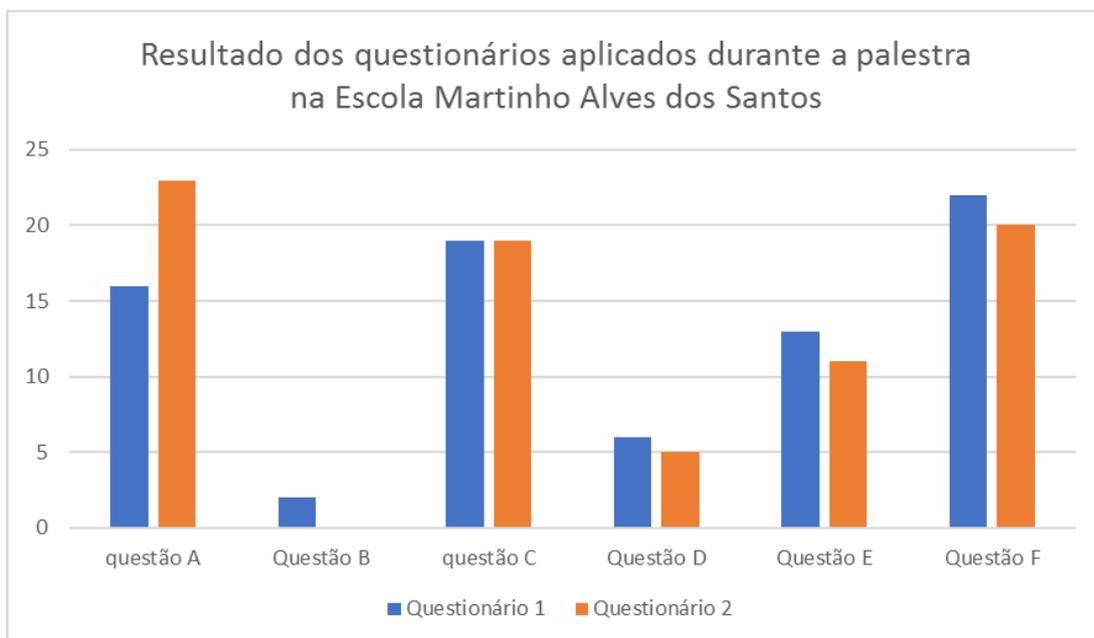


Figura 20 – Resultado dos questionários aplicados na Escola Martinho Alves dos Santos, mostrando cada questão separadamente e sua variação nos dois questionários.

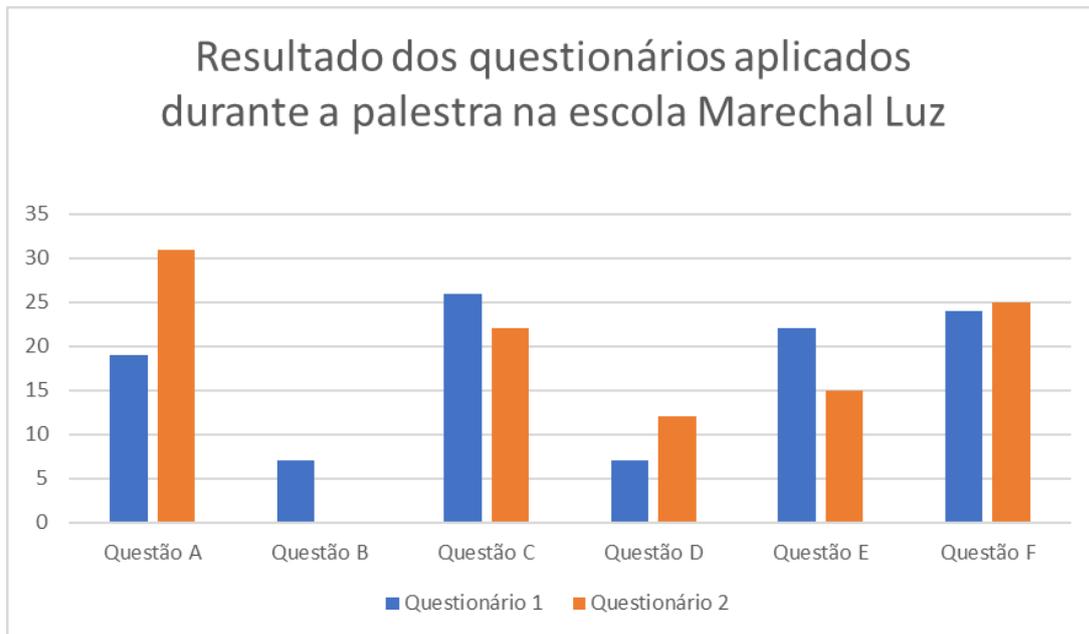


Figura 21 - Resultado dos questionários aplicados na Escola Marechal Luz, mostrando cada questão separadamente e sua variação nos dois questionários.

Quando analisamos o gráfico das imagens (Figura – 22 e 23), os conceitos ficam mais claros haja vista a influência das redes sociais e a facilidade no acesso à internet tornando essa geração, a “geração do visual”. As imagens apresentadas no questionário foram bem interpretadas pelos alunos como podemos ver nas figuras 22 e 23.

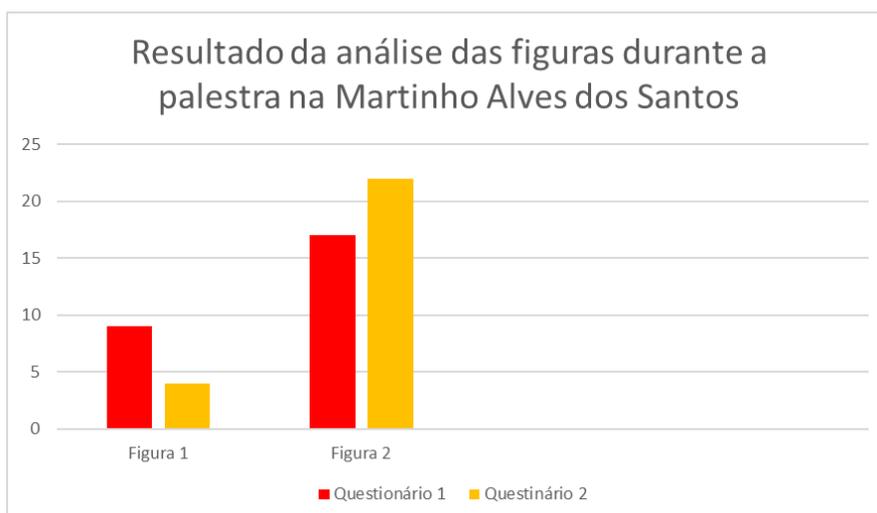


Figura 22 – Resultado da análise das imagens 01 e 02 (figura-18), feita pelos alunos da Escola Martinho Alves dos Santos durante os questionários; A imagem 02 que representava o paradigma biocêntrico foi a mais votada durante os dois questionários.

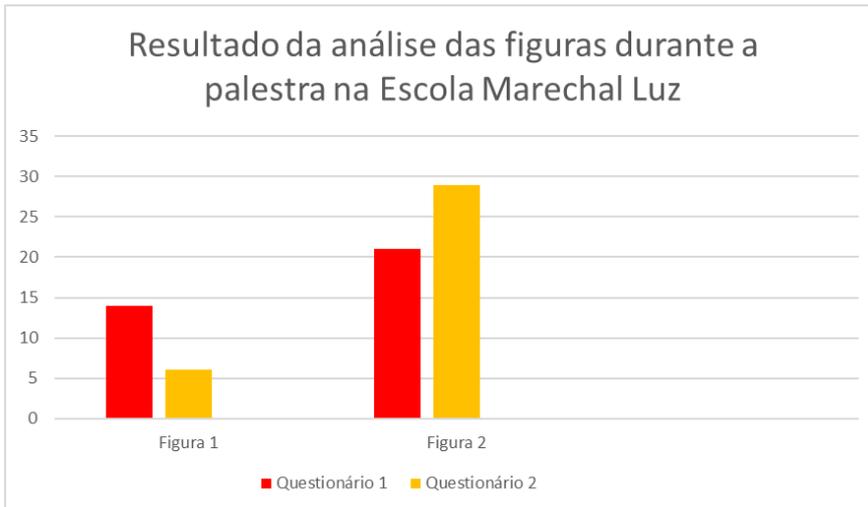


Figura 23 - Resultado da análise das imagens 01 e 02 (figura-18), feita pelos alunos da Escola Marechal Luz durante os questionários; A imagem 02 que representava o paradigma biocêntrico foi a mais votada durante os dois questionários.

Contudo, a respeito da percepção dos alunos sobre as relações ecológicas, concluímos que há certa consciência das questões que estão em seu entorno representadas nas atividades sobre do tema. Ainda assim, compreendemos, mergulhados nas reflexões de Freire (2002) que “há diversos obstáculos para obtenção de ações pedagógicas com um caráter crítico, rompendo com o conservadorismo ainda fortemente enraizado no sistema escolar”.

De fato, corroborando com as conclusões de Souza (2014) e Quesado (2017), ainda se encontra de forma pouco clara, tanto nos recursos didáticos quanto nas estratégias pedagógicas, a real importância das relações ecológicas, bem como o lugar do homem dentro da mesma, que até muitas vezes é colocado como parte prejudicada com certas relações com outros organismos.

7 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível perceber as relações ecológicas, como fundamentais e imprescindíveis para a evolução, desenvolvimento, equilíbrio e manutenção da vida. As relações ecológicas junto com outros fatores favoráveis a vida, são os responsáveis pela configuração dos organismos como conhecemos hoje, conectando tudo que é vivo, inclusive o homem, e ainda que este seja um ser integrante da natureza por razões biológicas, sua postura contraria a realidade.

O legado antropocêntrico não permite que a vida seja defendida em seu valor inerente, pois neste paradigma, tudo o que é vivo, mas não pertencente à espécie humana, é mero instrumento de desfrute, embora os movimentos ambientalistas tenham como base, o dever moral para com a sociedade, de manter o equilíbrio do meio ambiente apontado à sua sobrevivência, estas são ações que visam acima de tudo, à melhor qualidade de vida para a espécie humana, quando na verdade o pensar deveria ser, simultaneamente, no desenvolvimento de todas as espécies vivas do planeta.

Com base na pesquisa realizada com os alunos do ensino médio descritas neste trabalho, percebemos que tal legado antropocêntrico ainda é um forte norteador da percepção dos alunos sobre a importância das relações ecológicas na manutenção da vida, diante das respostas obtidas foi possível notar certo conflito de conceitos relacionado com o tema estudado, há poucas evidências sobre o lugar do ser humano dentro das interações ecológicas nas respostas dos alunos, isso nos remete a questionar o conhecimento dessas interações pela maioria, contudo, concluímos que há certa consciência das questões envolvendo a importância das relações ecológicas, mas ainda assim, existem diversos obstáculos para a obtenção de ações pedagógicas com um caráter crítico, rompendo com o conservadorismo ainda fortemente enraizado no sistema escolar.

É imprescindível o desenvolvimento de atividades pela docência, que possam fornecer aos alunos uma visão mais clara das relações ecológicas entre os seres vivos ocorrendo no ambiente, bem como o papel do homem nelas, estimulando a reflexão a respeito dessas interações. É de suma importância ser abordado a relação homem/natureza no contexto das aulas, a fim de estimular no aluno o hábito de relacionar seu importante papel na natureza e na sociedade.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRATICAS:

HAWKING, S. **The Universe in a Nutshell** – A Bantam Book November 2001

LINEWEAVER, C. H. Cornell University Library disponível em <<https://arxiv.org/abs/astro-ph/0401024>> acesso em 04/04/2017

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrates**. Sunderland: Sinauer Associates, 2003.

PLOS BIOLOGY; **How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?** Disponível em <<http://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.1001127>> acesso dia 06/04/2017

BLANKENSTEYN, A. **Zoologia dos Invertebrados II**, biologia EaD UFSC, Florianopolis 2010

NOGUEIRA, A. V.; FILHO, G. N. S.; **Microbiologia**. Florianópolis: Biologia/EaD/UFSC, 2010.

AMARAL, L. G.; FILHO, F. A. S. **Sistemática Vegetal II Biologia**. EaD/UFSC Florianopolis 2010

PERONI, N.; HERNÁNDEZ, M. I. M. **Ecologia de populações e comunidades**. Florianópolis: CCB/EAD/UFSC, 2011.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1988. 439p.

BRANCO, Samuel Murgel. **Conflitos conceituais nos estudos sobre meio ambiente**. Estud. av., São Paulo , v. 9, n. 23, p. 217-233, Apr. 1995 . Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141995000100014&lng=en&nrm=iso Acesso em 13/03/2017.

CUTTER, E. G. **Fieldwork**: an essential component of biological training. Journal of Biological Education. v. 27, n.1, p.3-4, 1993.

ARAGUAIA, Mariana. **Relações ecológicas**; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/biologia/relacoes-ecologicas.htm>>. Acesso em 17 de marco de 2017

HANAZAKI Natalia, *et al.* **Introdução à Ecologia**, 2. ed. e 1. reimp. – Florianópolis: biologia/ead/UFSC, 2013.86p.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara koogan, 2003. 503p.

LAY-ANG, G. **Relações intraespecíficas**. Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/biologia/relacoes-intra-especificas.htm>>. Acesso em 20/03/2017.

CEGOLON, L *et al.* **Jellyfish Stings and Their Management: A Review**. *Mar. Drugs* **2013**, *11*, 523-550.< Disponível em <http://www.mdpi.com/1660-3397/11/2/523>> acesso em: 20/03/2017

AUSTRALIAN MUSEUM (2009) disponível em: <<https://australianmuseum.net.au/image/bluebottle-or-portuguese-man-of-war-physalia-physalis>> acesso em: 04/06/2017

MOREIRA, A. P. T. **Zoologia de invertebrados I**. Florianópolis. BIOLOGIA/EAD/UFSC, 2009.

HADEL, V. F. **Elefante marinho**. 2008. Disponível em: <<http://noticias.cebimar.usp.br/artigos/71-elefante-marinho>>. Acesso em 13 nov. 2016.

ENCICLOPÉDIA ESCOLAR BRITANNICA, 2017, **Rato-almiscarado**. Disponível em: <<http://escola.britannica.com.br/article/481994/rato-almiscarado>>. Acesso em: 22 de março de 2017.

BEGON, M. M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Oxford: Blackwell, 2006. 759 p

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente**. 5. ed. São Paulo: Santos Ed., 2002.

BINARME (2010) disponível em: <http://binarme.blogspot.com.br/2010/07/canibalismo-entre-os-louva-deus.html> acesso em: 04/06/2017

PEREIRA, H. F. A.; ESTON, M. R. **Biologia e manejo de capivaras: (Hydrochoerus hydrochaeris) no Parque Estadual Alberto Löefgren, São Paulo, Brasil**. 2007

PIANKA, E. R. **Ecologia evolutiva**. Barcelona: Omega, 1982. 365p.

VIVAN, L. M. *et al.* **Comportamento de predação e conversão alimentar de Podisus nigrispinus sobre a traça-do-tomateiro**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 37, n. 5, p. 581-587, May 2002. Disponível em

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2002000500002&lng=en&nrm=iso Acesso em: 23/03/2017.

TOWNSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J.L. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 592 p.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 4. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1971. 927p.

MACARTHUR, R. H. **Fluctuations of animal populations and a measure of community stability**. Yale. Ecology, 1955.

FERREIRA, L. F. **O fenômeno parasitismo**. Uberaba. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. 1973. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86821973000400006&lng=en&nrm=iso Acesso em 24/04/2017.

MELO, A. S. **O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade**. Biota Neotropica, v. 8, n. 3, p. 21-27, 2008.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia das Células 1**. 4ª edição. São Paulo: Editora Moderna, 2015.

PALEVSKY E, *et al.* **How species-specific is the phoretic relationship between the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acai: Tarsonemidae), and its insect hosts?** Ramat Yishay. Dept. of Entomology, Newe-Ya'ar Research Center, Agricultural Research Organization, 2001.

RIBEIRO, K. D. F. **Protocooperação**. Disponível em <http://brasilecola.uol.com.br/biologia/protocooperacao.htm> Acesso em 01 de fevereiro de 2017.

WERNER, E. E., *et al.* **An experimental test of the effects of predation risk on habitat use in fish**. Berna. Ecology 1983.

SOUZA, I. R.; TONI, D. C.; CORDEIRO J.; **Genética Evolutiva** – Florianópolis: BIOLOGIA/EAD/UFSC, 2011.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos de genética**. 4. ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2008.

BOUZON, Z. L.; GARGIONI, R.; OURIQUES, L.; **Biologia celular** – Florianópolis: Biologia/EaD/UFSC

BERCKHOLTZ W.: **Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Anatomie von Gunnera manicata Linden.** Theodor Fischer Verlag, Kassel 1891

RAMBO, B.; **História da flora do Planalto Riograndense.** Porto Alegre. Sellowia 1953

STEHMANN, J. R.; **Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Rio de Janeiro, Jardim Botânico do Rio de Janeiro 2011.

MARIOTTI, K. C.; **Perfil fitoquímico e avaliação da toxicidade da espécie Gunnera manicata.** Porto Alegre: UFRGS, 2010.

WAN-LING C.; **Nitrogen Deprivation and Symbiotic Gland Development.** Dublin. American Society of Plant Biologists, 2005

BONNETT, H. T.; SILVESTER, W. B. **Specificity in the Gunnera-Nostoc endosymbiosis.** Belfield. New Phytol, 1981

JOHANSSON C.; BERGMAN B. **Reconstitution of the symbiosis of Gunnera manicata Linden: cyanobacterial specificity.** Belfield. New Phytol, 1994

PLANTSYSTEMATICS.ORG disponível em:
www.plantsystematics.org/imgs/fm18/r/Gunneraceae_Gunnera_sp_5154.html acesso em:
 06/03/2017

GUIMARÃES, L. B.; **A importância da história e da cultura nas leituras da natureza.** Goiânia. Interação, 2008.

GRÜN, M.; **Ética e educação ambiental: a conexão necessária.** Campinas, SP: Papyrus, 1996.

GORDILHO, H. S. **Direito ambiental pós-moderno.** 2ª reimpr. Curitiba: Juruá, 2011, p. 15.

KANT, I. **The critique of judgement.** William Benton, Publisher, 1952.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK disponível em: <www.footprintnetwork.org> acesso em: 16/05/ 2016

DE SOUZA, D. P.; LIMA-TAVARES, D.; **Compreendendo as relações ecológicas pelo olhar dos estudantes do ensino médio de uma escola de seropédica-rj.** Disponível em <www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0590-2.pdf> acesso dia 03/04/2017

QUESADO, L. B.; DOS SANTOS RIOS, E.; **Interações Ecológicas nos Livros Didáticos do Ensino Médio.** disponível em https://scholar.google.com.br/scholar?q=Protocoopera%C3%A7%C3%A3o&btnG=&hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5 acesso em 28/03/2017

FREIRE, P.; **Pedagogia da Autonomia.** 25ª ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2002.

LEVAI, L. F. **Ética ambiental biocêntrica: pensamento compassivo e respeito à vida.** In: ANDRADE, S (org.). *Visão abolicionista: ética e direitos animais.* São Paulo: Libra Três, 2010

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos.** Tradução de Newton Roberval Eicheberg. 13ª reimpr. São Paulo: Cultrix, 2013.

SANTOS, A. E. R.; *et al.* **Estudos do meio com alunos do ensino médio: reconhecimento em campo de interações ecológicas inter e intraespecíficas.** São Paulo. *Unisanta Humanitas*, v. 5, n. 2, p. 199-207, 2016.

PRADA, I. L. S. **Animais são seres sencientes.** Bauru. Canal 6, 2008

INGRUM.ORG disponível em: <www.ingrum.org/tag/biocentrismo> acesso em: 23/03/2017

9 COMPÊNDIO.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – LICENCIATURA - EaD

Questionário aplicado nas escolas EEB Martinho Alves dos Santos em Tubarão/SC e EEB Marechal Luz em Jaguaruna/SC, durante a palestra “*Uma Breve História da Vida*”.

O referido questionário serve como base para a pesquisa do TCC “*A Importância das relações ecológicas na manutenção da vida e a percepção dos alunos sobre o tema*”

Qual dessas afirmações melhor se encaixa no seu conceito de Natureza e Meio Ambiente?

(a) - Na natureza não se separa seres humanos ou qualquer outra coisa do meio ambiente natural, vemos o mundo NÃO como uma coleção de objetos isolados, mas como uma rede ligando todos os seres vivos. Todos interconectados e interdependentes.

(b) - O ser humano, como o centro do Universo, encontra-se acima das outras formas de vida e, justamente por essa razão, desfruta e dispõe dos recursos naturais e de todas as outras espécies animais conforme interesses estabelecidos por ele mesmo, a seu bel prazer.

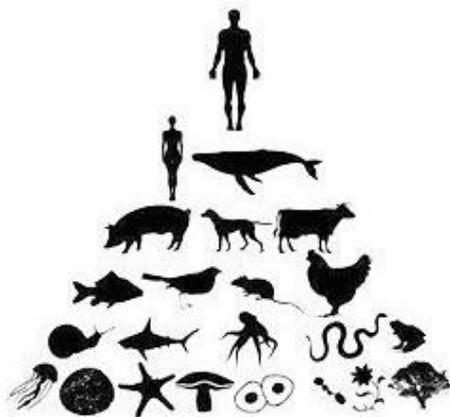
(c) - Precisamos preservar os recursos naturais para garantir o futuro da humanidade, cada planta ou animal que é extinto pode estar levando com ele a oportunidade de cura de alguma doença ou da criação de algum medicamento importante.

(d) - A necessidade de mudanças no sentido de valorizar não apenas o bem-estar do homem, mas também das outras formas de seres vivos, implicando nisso o bem comum, o bem de todo o planeta.

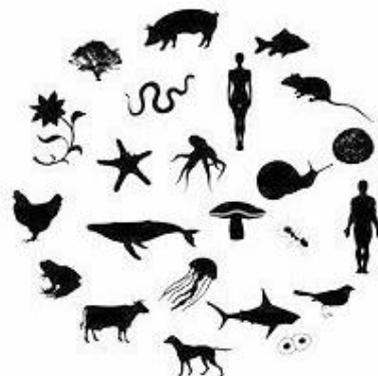
(e) - “Cada dia a natureza produz o suficiente para nossa carência. Se cada um tomasse o que lhe fosse necessário não haveria pobreza no mundo e ninguém morreria de fome”
(Mahatma Gandhi.)

(f) - O Homem não é (ou pelo menos não deveria ser) simplesmente um usuário da natureza, um beneficiário natural, ele é dependente dela, conectado com ela, inserido nas relações ecológicas igualmente com os demais seres vivos.

Qual dessas figuras melhor se encaixa no seu conceito de Natureza e Meio Ambiente?



(1)



(2)

