

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM UMA ATIVIDADE DE CAMPO PARA O
ENSINO MÉDIO: EXPLORANDO A RELAÇÃO ENTRE AS PLANTAS E O
AMBIENTE

Elaborado por
VIVIAN DOS SANTOS NOGUEIRA

Orientadora
NIVEA DIAS DOS SANTOS

Seropédica

2017

VIVIAN DOS SANTOS NOGUEIRA

Nivea Dias dos Santos

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM UMA ATIVIDADE DE CAMPO PARA O
ENSINO MÉDIO: EXPLORANDO A RELAÇÃO ENTRE AS PLANTAS E O
AMBIENTE

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.


DEZEMBRO 2017

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM UMA ATIVIDADE DE CAMPO PARA O
ENSINO MÉDIO: EXPLORANDO A RELAÇÃO ENTRE AS PLANTAS E O
AMBIENTE

VIVIAN DOS SANTOS NOGUEIRA

MONOGRAFIA APROVADA EM: 5/12/2017

BANCA EXAMINADORA:

PRESIDENTE/ORIENTADOR: 
Dra. Nivea Dias dos Santos, UFRRJ

MEMBRO TITULAR: 
Dr. Jerônimo Boelsums Barreto Sansevero, UFRRJ

MEMBRO TITULAR: 
Dra. Elizabete Cristina Ribeiro Silva, UFRRJ

MEMBRO SUPLENTE: _____
Dr. Marcelo da Costa Souza, UFRRJ

AGRADECIMENTOS

A Deus, Orixás e Guias, por me amar e ensinar.

À minha família, na qual sou devedora de um agradecimento profundo, pois me fez ser parte do que sou e me deu/dá todo o suporte e compreensão necessários. Este é um trabalho fruto da educação que vocês me forneceram e, se hoje, sou comprometida com a democracia e com o próximo, é porque vocês me ensinaram a sê-lo. Em especial, gostaria de exaltar as mulheres da minha família: Íris, Gilcéia, Priscilla e Carolina, que me ensinaram a ser forte e empoderada, cada uma do seu jeito.

À minha companheira de jornada, Isabela Mattos, devo todo o carinho e agradecimento pelo incentivo, ombro e lenços. Você me inspira e me encanta todos os dias.

À minha orientadora e amiga, Nivea Dias, todo o respeito pela inteligência e luta e todo agradecimento pela paciência e por me ajudar a crescer tanto em tão pouco tempo.

Aos amigos e amigas Hayana Reis, Tulio Vieira, Vitor Oliveira, Karoline Ibraim, Isaias Gomes e Bruno pelo apoio durante, antes e depois da atividade. Vocês fizeram acontecer.

Às minhas companheiras de todas as vidas: Caroline Uchôa, Cristhal Araujo, Stephanie Porfírio e Thayná Fuly.

Ao Professor Dr. Ivo Abrão pelo seu apoio e suporte enquanto Diretor do Jardim Botânico da UFRRJ.

Ao Professor Claudio, pela recepção e carinho com o propósito e execução da atividade.

A absolutamente todos os amigos da UFRuralRJ que me ensinaram, transformaram e acrescentaram risos e companheirismo nessa dura e efêmera aventura. Ao longo desses anos eu tive experiências e momentos inesquecíveis e agradeço profundamente aos meus amigos e amigas de moradia, de perrengue, de calor de Seropédica, de militância, de “rango vegano”, e de todos os outros momentos que me tornaram quem sou.

RESUMO

A alfabetização científica tem, dentre os seus principais objetivos, a formação de sujeitos críticos, autônomos e socialmente transformadores. Para garanti-la, diferentes competências devem ser continuamente trabalhadas no Ensino Básico. Este trabalho teve como objetivo produzir e aplicar uma atividade de campo, de caráter investigativo, que preconizasse a alfabetização científica, baseado nas dimensões propostas por Miller (1983), para fomentar a discussão sobre o tema Ecologia Vegetal no Ensino Médio. Para tal, foram elaboradas cadernetas de campo com material teórico e roteiros de trabalho, onde os alunos, divididos em grupo, utilizaram-se do método científico para responder perguntas sobre a relação entre a forma e a distribuição das plantas e sua interação com o ambiente. Ao final da atividade os alunos realizaram uma autoavaliação. Foram feitas análises quantitativas e qualitativas acerca do desenvolvimento e produção dos alunos, além da autoavaliação. A atividade foi aplicada em duas ocasiões, a um total de 65 alunos (divididos em 13 grupos) de uma escola estadual, no arboreto do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica – RJ. Foi verificada uma correlação positiva entre as notas médias atribuídas pela coordenadora e as médias da autoavaliação. A maioria dos grupos conseguiu trabalhar bem e gerar apontamentos e reflexões pertinentes, mas, em alguns, o compartilhamento da produção pode ter sido prejudicado devido ao exercício limitado da argumentação discente no contexto escolar. Foi possível perceber o desenvolvimento de diversas competências e construções conceituais, metodológicas e afetivas durante a aplicação desta atividade. Entretanto, reforça-se a necessidade de que a alfabetização científica constitua um objetivo permanente, não apenas pontual.

Palavras-chave: Aula de campo, Botânica, Ecologia Vegetal, ensino de Ciências, método científico.

ABSTRACT

One of the main objectives of scientific literacy is the formation of critical, autonomous and socially transforming individuals. To guarantee it, a set of skills must be continuously worked in Basic Education. This work aims to produce and to apply a field class, with investigative approach, that preconized the scientific literacy -based on three dimensions proposed by Miller (1983)- to foment the discussion about Plant Ecology in High School. To this end, field passbooks were prepared with theoretical material and work scripts, in which the students, divided into groups, used the scientific method to answer questions about the relationship between the form and distribution of plants and their interaction with the environment. At the end of the activity the students performed a self-evaluation. Quantitative and qualitative analyzes were carried out on student's development and production, as well as self-evaluation. The activity was applied in two occasions, to a total of 65 students (divided in 13 groups) of an State High School, in the arboretum of the Botanic Garden of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, in Seropédica-RJ. A positive correlation was found between the average marks assigned by the teacher and the means of the self-assessment. Most groups were able to work well and generate pertinent notes and reflections, but in some cases the sharing of production was probably hampered by the limited exercise of student argument in the school context. It was possible to perceive the development of diverse conceptual and methodological and affective skills and constructions during the application of this activity. However, it is reinforced the need for scientific literacy to be a permanent objective, not just punctual.

Keywords: Field class, Botany, Plant Ecology, Science teaching, scientific method

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
INTRODUÇÃO	11
Ciência e alfabetização científica	13
O papel da escola, dos educadores e dos alunos	15
Alfabetização científica e Ensino de Ciências e Biologia	17
Justificativa	19
Objetivos	20
MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
Escolha do tema e público-alvo	20
Escolha da instituição de ensino	21
Formato da atividade	21
Avaliação quantitativa e qualitativa	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
Proposta de atividade de campo	23
Cadernetas de campo e roteiros de trabalho	25
Relato da aplicação da atividade	28
Autoavaliação dos alunos	32
Avaliação quantitativa dos roteiros de trabalho	36
Avaliação qualitativa da atuação e desenvolvimento dos grupos	39
<i>Qual foi a importância do formato de grupo?</i>	40
<i>Quais foram as maiores dificuldades em relação à prática científica?...</i>	41
<i>Qual foi a importância do contato com a natureza?</i>	44
<i>As plantas como protagonistas</i>	45
CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Duas primeiras páginas do primeiro roteiro de trabalho “Observando o Gramado” que compunha a Caderneta de Campo	25
Figura 2 - Duas primeiras páginas do segundo roteiro de trabalho “Observando as Folhas” que compunha a Caderneta de Campo.....	26
Figura 3 - Duas primeiras páginas do terceiro roteiro de trabalho “Observando as Copa das Árvores” que compunha a Caderneta de Campo.....	26
Figura 4 - Terceira e quarta páginas do roteiro de trabalho, comuns aos três tipos de roteiros, que compunham a Caderneta de Campo.....	27
Figura 5 - Trecho da Caderneta de Campo que propunha uma reflexão acerca da Biomimética.....	27
Figura 6 - Primeiro momento da primeira aplicação (AP1). 23/10/2017. Seropédica – RJ. Em pé, à esquerda, Claudio Nona Morado, professor de Biologia das turmas participantes e à direita, Vivian Nogueira, coordenadora da atividade.....	28
Figura 7 - Momentos da aplicação da atividade. A = dois grupos do roteiro “observando a copa das árvores” trabalhando nas medições de folhas dos pinheiros na segunda aplicação; B = da esquerda para a direita, grupo 1.2 redigindo a metodologia do trabalho, coordenadora da atividade e monitora dos roteiros “observando o gramado”; C = da esquerda para a direita, o monitor dos roteiros “observando as folhas”, coordenadora da atividade e grupo 1.3, na primeira aplicação.....	31
Figura 8 - Gráfico de máximos e mínimos evidenciando a variação das notas dentro das perguntas. Números da parte superior quantificam a amplitude de variação. Cores remetem ao 1º (verde), 2º (azul), 3º (laranja) momentos e impressões globais (rosa)	33
Figura 9 – Gráfico em Box-plot evidenciando as variações da autonotação dentro dos grupos nas aplicações. A cor azul indica os grupos que realizaram o roteiro “Observando o gramado”; vermelhos, o “Observando as folhas” e verdes, o “Observando as copas das árvores”	34
Figura 10 - Relação entre as notas médias da autoavaliação e das atribuídas pela coordenadora. Os números representam a identificação dos grupos. Os pontos azuis indicam os grupos que realizaram o roteiro “Observando o gramado”; vermelhos, o “Observando as folhas” e verdes, o “Observando as copas das árvores”	37
Figura 11 - Trechos dos Roteiros de Trabalho evidenciando a formação de gráficos pelos grupos. A = gráfico de previsão e resultado do grupo 1.3. Observa-se ausência de escala; B = gráficos de previsão do grupo 1.1. Observa-se ausência de unidade; C = gráficos de previsão do grupo 2.2. Observa-se ausência de identificação dos eixos. Grupo rasurou e identificou com setas os eixos, mas ainda sem determinar a unidade da grandeza no eixo y.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Graus de interferência do professor (P) na atividade científica dos alunos (A). Retirado de Sasseron & Machado (2017) apud. Pella (1969).	21
Tabela 2 – Plano de aula. Competências: (C) Conceituais; (P) Procedimentais; (A) Atitudinais.	23
Tabela 3 - Duração de cada momento conforme esperado e observado em cada uma das aplicações.	29
Tabela 4 - Notas atribuídas na autoavaliação pelos alunos e médias por pergunta e por grupo, em cinza. Os grupos 1.1, 1.2 e 1.3 referem-se os grupos da primeira aplicação (AP1) e 2.1 a 2.10 referem-se aos grupos da segunda aplicação (AP2)	32
Tabela 5 - Notas atribuídas pela coordenadora à produção discente nos roteiros de trabalho (RT) e as respectivas médias (coluna cinza) dos grupos autônominados, que foram identificados para efeitos de análise (ID). Prem – Premissas; Hip – Hipóteses; Prev – Previsões; Met – Metodologia; Res – Resultados; Con – Conclusões. Os roteiros de trabalho foram classificados em 1, 2 e 3 mediante o tipo	36

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 - Formulário de autoavaliação de grupo	53
Anexo 2 - Parâmetros para atribuição de notas aos roteiros de trabalho.....	54
Anexo 3 - Caderneta de campo (partes teóricas)	55

INTRODUÇÃO

A ciência pode ser definida de diversas formas, sendo duas das mais abrangentes, as que a colocam como “uma forma de produzir conhecimento” e “uma forma de conhecer e entender o mundo que vivemos” (SASSERON & MACHADO, 2017). A partir destes pontos de vista, fica claro que a religião, a filosofia, a arte e o senso comum têm o mesmo objetivo, diferenciando-se da ciência e entre si apenas pela forma como este conhecimento é produzido. Percebe-se que a produção religiosa, por exemplo, é uma condição inerente ao ato de construir a realidade (FONSECA & DAMASCENO, 2017), na mesma medida que se reconhece que a ciência não consegue conceder respostas para as questões que se encontram nas suas bordas e limites; “questões que a ciência suscita, mas às quais não consegue responder” (BARBOUR, 2000). Portanto, a religião e a ciência [bem como as outras formas de produzir conhecimento] não estão em conflito, pois possuem finalidades diferentes, com formas diferentes de interpretar a natureza (BARBOUR, 2000).

A (des)adjetivação da ciência que Chassot (2016) propõe, é a de evitar significá-la de forma reducionista, admitindo que, em uma escala de tempo de civilização humana, a ciência desenvolveu-se de diversas formas, cruciais para o que concebemos hoje como ciência pós-moderna. Há uma necessidade, portanto, de reconhecer as intensas contribuições de todo o período pré-século XVI, como as civilizações pré-colombianas, medievais, incas e outras.

O que convencionamos como “ciência moderna” surge em concomitância a um contexto social, político e econômico muito favorável. Adventos como as grandes navegações (e as novas concepções astronômicas e geográficas decorrentes delas), monetarização, sistema bancário, tipografia e outros alteravam a mentalidade, o enfoque e o interesse da mesma, na medida em que fortaleciam a consciência de classe burguesa (ROSA, 2012). O resultado da produção científica incentivada por esta burguesia mercantil e ativa de uma população em expansão foi o marco do definitivo entrosamento entre ciência e tecnologia, no sentido das inovações técnicas que contribuem para a expansão do desenvolvimento da ciência, no que ficou marcado como a segunda fase do período do Renascimento Científico, do século XIII ao XV (ROSA, 2012).

Avançando para as sociedades atuais, onde a ciência é altamente considerada (CHALMERS, 1993), as diversas tecnologias resultantes da sua produção estão profundamente inseridas no dia-a-dia de muitos cidadãos. Uma vez que ela se tornou base

do desenvolvimento tecnológico e social, os processos universalizantes da educação, característicos de períodos mais recentes, ressaltaram a importância de ensinar ciências e ensinar sobre a ciência, que se tornaram processos vitais para dar continuidade a este acúmulo de conhecimento. Não obstante deste objetivo, o pensamento científico, que traz consigo uma natural analiticidade e criticidade, se torna objeto de interesse dentro do projeto das sociedades atuais, mais participativas e democráticas (SANTOS, 1998).

Como efeito colateral, a ciência ganha uma autoridade de conhecimento superior (CHIBENI, 2006), o que gera um alerta claro: o “cientista virou um mito e todo mito é perigoso” (ALVES, 2007). Isso significa dizer que a ciência, enquanto entidade, começa a ser a grande produtora de “verdades” na análise da mídia, do mundo escolar, da indústria e da população que tange este processo. A ciência se torna, portanto, o seu próprio algoz, pois na medida em que a consideram soberana e incontestável, perde importância o seu caráter mais fundamental: o questionamento. Isso ocorre, pois, as instituições científicas e os cientistas se resumem, na realidade do Brasil, a uma pequena parcela da população (CNPq, 2017). Então, a maioria das pessoas não está integrada nos processos de descoberta e pós-descoberta, que consistem, dentre outras coisas, em questionar se determinada hipótese comprovada é consistente, visto que o “erro” também é um ato inerente aos processos humanos, e também se é de fato pertinente, além de definir seu destino dentro da sociedade. Uma saída para tal processo pode ser através da educação e do compromisso social do professor em educar cientificamente, para que, além de acumular o conhecimento, se intensifiquem debates sobre como empregá-lo, no que Chassot (2008) define como “formar jardineiros e cuidadores do Planeta”.

Na tentativa de minimizar este histórico distanciamento, no contexto do Brasil, foram pensadas diferentes medidas para abranger o Ensino de Ciências, como a LDB (BRASIL, 1961) e a Lei nº 5.692 (BRASIL, 1971), que estenderam a obrigatoriedade da disciplina de Ciências para todas as séries escolares. Nestes contextos, o país vivia um regime militar, refletindo seus ideais conservadores na educação e predominando o que Fahl (2003) definira como Modelo Tradicional, que valorizava preferencialmente a conceituação em relação a produção reflexiva e crítico-científica. Portanto, como Marchelli (2014) ressalta, a forma pouco elaborada como foi construída a LDB de 1961 trouxe limitações à ampla renovação que necessitava o país.

Já o modelo da redescoberta, difundido nos anos 60 e 70 como uma tentativa de simular o processo científico através de roteiros fechados de atividades práticas, trouxe consigo a preocupação com tais atividades dentro do currículo de ciências (FAHL, 2003).

Isso gerou uma produção variada de materiais didáticos e cursos de formação de professores, uma vez que

(...) o objetivo fundamental do ensino de Ciências Naturais passou a ser dar condições para o aluno vivenciar o que se denominava método científico, ou seja, a partir de observações, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando fosse o caso, trabalhando de forma a redescobrir conhecimentos (BRASIL, 1998, p. 19).

Entretanto, neste ponto ficaram equivocadamente mescladas a metodologia científica e a metodologia de ensino de ciências naturais, pospondo os fatores que permeiam os processos investigativos mais adequados à condição do ensino e da pesquisa. Tal modelo propôs uma renovação conceitual e metodológica no ensino escolar de ciências, mas acabou por replicar, na classe docente a ideias que o ensino prático de ciências é limitado ao laboratório. (*ibid.*, p.20). Tal ideário, ainda encontra reforço na população, que constrói a figura do cientista dentro de um laboratório, conduzindo experimentos de forma distante da natureza. Passados quarenta anos desde a ascensão do modelo da redescoberta, muitos educadores ainda não se apropriaram totalmente das conclusões que as pesquisas sobre ensino de ciências naturais já apontavam na década de 1980: a experimentação desacompanhada da atitude investigativa amplamente incentivada é insuficiente para a aprendizagem dos conhecimentos científicos (*ibid.*, p.20).

No documento oficial que estabelece os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), é destacado que “a crescente valorização do conhecimento e da capacidade de inovar demanda cidadãos capazes de aprender continuamente, para o que é essencial uma formação geral e não apenas um treinamento específico” (BRASIL, 2000, p.6). Isto indica a insurgência de uma perspectiva mais modernizada e holística dos objetivos do ensino de ciências, que enseja acompanhar os processos de universalização da educação.

Ciência e Alfabetização científica

Chassot (2008) define “Ciência” como “uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural”. Ressalta que por ser um constructo humano, está sujeita à transitoriedade da nossa natureza [além de embrenhada em características históricas e socioculturais (SASSERON & MACHADO, 2017)] e imersa em um cenário parcial onde somos parte da natureza, não o centro (CHASSOT, 2008). Neste sentido, se entendemos a ciência como uma linguagem, alfabetizar-nos é saber lê-la (*ibid.*, p.65).

A definição desta alfabetização, por Hazen & Trefill (1995, p.12), é ainda mais socialmente integrada: “conhecimento necessário para entender os debates públicos sobre as questões de ciência e tecnologia”, pois como Miller (1983) ressalta, a alfabetização propriamente dita normalmente pode ter dois significados: um relacionado com a erudição e detenção de um grande saber, o qual o autor acredita ser o significado mais comumente empregado, e outro reduzido à simples capacidade de ler e escrever. No contexto da alfabetização científica, o primeiro significado, segundo Miller (1983) destaca, diria respeito à capacidade do indivíduo de ler, compreender e expressar opinião sobre pautas científicas, se tornando socialmente proativo e participativo. Assim, o autor levanta a pertinente questão: poderia uma pessoa com um intenso trabalho no estudo tradicional das linguagens se considerar devidamente formada sem pelo menos algum conhecimento sobre a ciência – e vice-versa?

Entendendo a importância da alfabetização científica, fica a pergunta: como ela é posta em prática? Miller (1983) estabelece um caráter multidimensional para mensurá-la. O autor sugere que concebamos o conceito em três dimensões para que ela se concretize: (a) o conhecimento de termos e conceitos literários científicos; (b) uma compreensão das normas e métodos da ciência e, (c) entendimento e clareza sobre o impacto da tecnologia e da ciência sobre a sociedade. Sasseron & Carvalho (2011) e Sasseron & Machado (2017) trazem estas dimensões aplicadas ao ensino escolar recente no Brasil e aproximam elas de ações da prática docente que as contemplem.

Baseada nos trabalhos supracitados, a primeira dimensão diz respeito a um conhecimento mais cognitivo da linguagem científica. Isto significa conhecer, interpretar e ser capaz de aplicar corretamente os termos que a ciência lança mão para construir suas produções, estendendo-se para a importância de entender até mesmo pequenas situações do dia-a-dia. Este eixo pode ser contemplado através da leitura de textos científicos [gerando uma familiarização natural com os termos], ou quando são trabalhados conceitos, leis e teorias com os alunos.

A segunda dimensão está ligada à compreensão da natureza da ciência e dos limites éticos que cuidam da sua prática. Em relação à sua natureza, passa por aspectos da história, filosofia e sociologia da ciência (SANTOS, 2007) e compreensão dos pontos chave da construção do método científico, baseado na lógica e objetividade, isto é, de onde parte e por onde passam os mecanismos metodológicos desta construção. É natural e crucial estender este significado à: (i) percepção de que se mal aplicado, podem ser induzidas conclusões erradas, (ii) todos as etapas de construção do pensamento científico

estão imersas em aspectos socioculturais e (iii) ela pode e deve ser aplicável em diversas situações-problema que nos deparemos, sendo que quando o aluno desenvolver isso como um dos primeiros impulsos à resolução destas situações, a alfabetização científica cumpre um de seus papéis. Esta dimensão pode ser tratada em sala por diversas atividades que coloquem os alunos de frente a situações novas que mereçam reflexão, investigação e estratégias de resolução de problemas.

Como terceira e última dimensão, temos a compreensão da relação indivisível entre ciência, sociedade, tecnologia e meio-ambiente, que significa, na prática, conhecer o impacto da aplicação do conhecimento cientificamente gerado nas outras duas esferas. Trabalhar este eixo é um desafio que muitas vezes passa por propor debates de cunho contra hegemônico, mas a sua importância se firma na medida em que problematizar estas questões faz parte do âmbito político que a educação libertadora e humanista tem que se comprometer: se opor a sistemas autoritários que excluem a população de debates político-científicos. Este processo de debate crítico visa, fundamentalmente, separar as concepções implantadas pelos opressores nos oprimidos, para que eles possam ser ativos na elaboração da pedagogia da sua libertação (FREIRE, 1984). Pensando que para Freire o opressor é aquele que representa a lógica, cultura e desejos da classe dominante, em uma ótica macroscópica e idealista, os alunos compreenderem esta relação dá a eles autonomia para se apropriar do debate, expandindo e democratizando a forma como a educação e ciência se integram com a sociedade.

Em suma, comprometer-se coletivamente com a alfabetização científica no contexto escolar é traçar mais um caminho em direção ao aperfeiçoamento do currículo de ciências para o Ensino Básico. Isto corrobora um dos objetivos do Ensino de Ciências da Natureza no Ensino Médio, firmado no PCNEM: “contribuir para a compreensão do significado da ciência e da tecnologia na vida humana e social, de modo a gerar protagonismo diante das inúmeras questões políticas e sociais para cujo entendimento e solução” (BRASIL, 2000, p. 93). Portanto, há uma evidente chamada, por meio dos documentos oficiais que orientam a educação no país, para que o ensino de ciências se integre à interface Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), e a alfabetização científica se apresente de forma pertinente como via para alcançar tal objetivo.

O Papel da Escola, dos Educadores e dos Alunos

Como Chassot (2016) indica, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio são etapas ideais para tornar efetivo o processo de alfabetização científica. Contudo, pelo Ensino

Básico acompanhar os indivíduos por apenas cerca de doze anos de suas vidas, a escola não é capaz de fazê-lo isoladamente, pois não pode proporcionar aos cidadãos todos os conhecimentos científicos, embora possua papel crucial neste processo (CAZELLI, 1992). É importante que a escola estimule a autonomia e a sapiência necessárias nos alunos para que prossigam com este processo por conta própria. Assim, a alfabetização científica pode e deve transbordar para fora da escola, sendo considerada uma atividade vitalícia (LORENZETTI & DELIZOICOV, 2001).

O educador, neste processo, deve estar ciente dos parâmetros que cercam a proposta educacional da alfabetização científica. Já que a ideia central é tornar o aluno um ser mais crítico e autor do seu próprio desenvolvimento, cabe generalizar esta ferramenta no que Paulo Freire chamou de educação problematizadora (SASSERON & MACHADO, 2017). Portanto, a alfabetização científica pode ser construída através de diversas metodologias e estratégias pedagógicas, como observamos tendência da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que visa trabalhar a resolução dos problemas (SOUZA & DOURADO, 2015), Laboratórios Abertos, Práticas de Problematização, que visa construir as perguntas e argumentos (SASSERON & MACHADO, 2017), entre outros.

A ação do educador que se propõe a realizá-la é oposta ao do educador bancário, que o autor define como sendo aquele que “deposita” conhecimento sobre os educandos, que apenas “recebem e memorizam” tais conteúdos (FREIRE, 1987). Isso promove, nos educandos, uma concepção estática da realidade, o que se materializa na forma como os opressores estendem seus tentáculos políticos na estrutura do processo educacional e elaboram sua maior ferramenta de dominação pública: a alienação.

Até meados dos anos 1990, o ensino era quase na sua totalidade voltado para esta lógica unidirecional de ensino, fazendo com que classificações botânicas, famílias, nomes e mais nomes dentro da Biologia permanecessem temporariamente fixadas na memória dos alunos, que ansiavam por uma boa nota nas avaliações, sendo depois “prazerosamente esquecidas” (CHASSOT, 2003). Isto contribuiu tanto para dar uma falsa aparência aos alunos que a disciplina escolar de Biologia se resumia a isto, quanto para adensar a tão problemática “cegueira botânica”, que se instalou nesse contexto escolar excessivamente teórico (SALATINO & BUCKERIDGE, 2016).

Na prática problematizadora é desenvolvido o poder de captação, articulação e compreensão do mundo, mudando esta concepção estática da realidade para uma concepção de realidade em transformação. O papel do professor neste processo é,

portanto, submetê-los à contínua provocação e reflexão sobre a realidade, emergindo as consciências do estado de dormência imposto pelo bancarismo (FREIRE, 1987).

“Quanto mais se problematizam os educandos, como seres no mundo e com o mundo, tanto mais se sentirão desafiados. Tão mais desafiados, quanto mais obrigados a responder ao desafio. Desafiados, compreendem o desafio na própria ação de captá-lo. Mas, precisamente porque captam o desafio como um problema em suas conexões com outros, num plano de totalidade e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica, por isto, cada vez mais desalienada (*ibid.*, p.40).

Para os educandos no Brasil a educação escolar é um direito e a eles competem características natas para participar ativamente deste processo: imaginação, criatividade, disponibilidade para se submeter à crítica e ao teste público, caráter cooperativo e comunitário. Estas características são colocadas como virtudes necessárias aos cientistas por Santos (1998), mas perfeitamente reconhecíveis e/ou formáveis nos educandos no processo de alfabetização científica, uma vez que, nesta perspectiva, os alunos se colocariam para o mundo da mesma forma que os cientistas: críticos, reflexivos, criativos, analíticos e potenciais transformadores.

Alfabetização Científica e Ensino de Ciências e Biologia

No contexto do Ensino de Ciências e Biologia, a aplicação prática de atividades que preconizam AC ou estudos de caso ainda são poucos, dada a recente insurgência da discussão (COSTA, 2016; LORENZETTI & DELIZOICOV, 2001; LOZADA et al., 2016; DA SILVA, et al., 2016). A maioria dos estudos na área concentra-se em refletir sobre aspectos teóricos, epistemológicos e culturais (CHASSHOT, 2003). O fato desta abordagem não ser amplamente preconizada dentro do Ensino de Biologia e Ciências se encontra paradoxalmente com o fato de serem componentes curriculares que carregam intrinsecamente discussões vitais para questões emergentes do século XXI, como as pautas ambientais. Sasseron & Machado (2017) propõem, inclusive, a AC como objetivo do ensino das disciplinas científicas na escola, visto que ela traz uma enculturação científica que propicia que os alunos ressignifiquem sua forma de ver e interagir com o mundo.

Edgar Morin aponta a identidade e a consciência terrena como um dos “saberes necessários à educação do futuro” (MORIN, 2001). Isto significa passar por um processo onde os seres humanos se reconheçam como parte da natureza e aprendam a “estar aqui” no planeta; isto é, a viver, dividir, comunicar e não só a dominar, mas a condicionar, melhorar e compreender (MORIN, 2001). A consciência ecológica pode e deve ser

trabalhada diretamente nos temas de Ecologia e Educação Ambiental; para que, ao sentir-se parte da natureza, seja desenvolvida a sensibilização e o engajamento necessários para promover mudanças reais na sociedade e na forma como as atividades humanas interferem no meio ambiente. Os Parâmetros Nacionais Curriculares, inclusive, já apontam a urgência do tratamento do tema transversal de “Meio Ambiente” como papel fundamental das componentes curriculares na escola. Ou seja, devido a esta iminência, se torna ainda mais necessário que as Ciências Naturais, em especial a Biologia, discutam abertamente este tema na escola.

A Educação Ambiental pode ser trabalhada em todos os temas que tratam da vida e interação desta com o ambiente, visto que a estreita relação entre ambos é determinante para a direção das mudanças que ocorrem nos indivíduos. A relação entre forma e função dos seres vivos existe em todos os níveis da hierarquia organizacional biológica e a análise de uma estrutura biológica nos fornece evidências sobre sua função e funcionamento e o oposto é verdadeiro: conhecer a função nos permite uma melhor compreensão de sua estrutura (REECE, 2015). Portanto, há uma relação indivisível entre forma e função de estruturas nos seres vivos. Compreender tal relação é parte do processo de resgate da conexão humano-natureza dos indivíduos mais jovens da sociedade, na tentativa de educar indivíduos imponentes à degradação imposta pelo regime sócio-político-econômico capitalista (LAYRARGUES, 2006).

A Estratégia Mundial para Conservação das Espécies Vegetais (UNEP, 2002), programa da Convenção sobre Diversidade Biológica das Organização das Nações Unidas (ONU), apresentou ao mundo um conjunto objetivos e metas necessárias para intensificar a conservação de espécies vegetais do planeta. O quarto dos cinco objetivos da Estratégia diz respeito à promoção da educação e conscientização pública sobre diversidade de plantas, seu papel em meios de subsistência sustentáveis e sua importância para toda a vida na Terra. Nesta diretriz, os educadores das ciências naturais têm papel fundamental para a facilitação desta mudança, e novas posturas devem ser tomadas na atuação do professor de ciências na escola e comunidade.

Sendo assim, fica claro que o impacto social da promoção da educação problematizadora deve ser admitido pela disciplina escolar de Biologia. As mudanças coletivas que necessitamos podem ser mais amplas e francamente discutidas em uma população mais ativa, crítica e autônoma, em debates de cunho científico, ambientais e de igualdade sociais (ROTH & LEE, 2004).

Justificativa

Chassot (2003) classifica como analfabeto científico aquele incapaz de ler o universo quando entende que, do contrário, pode-se compreender sobre a perspectiva científica as manifestações do universo. Depois disso, contribui para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza, fato que discorre diretamente para a questão da consciência ecológica, na qual a escola deve se comprometer a elaborar quando o assunto é formar cidadãos transformadores. Opinar sobre os destinos da produção científica para a sociedade é melhor exercido pelos alfabetizados cientificamente, que conseguem compreender as dimensões, barreiras e mecanismos da ciência, bem como seus impactos. Neste sentido, a alfabetização científica tem um papel inclusivo (CHASSOT, 2003).

Neste trabalho, prioriza-se o enfoque ecológico pelo entendimento que as interações bióticas e abióticas constituem fundamento para assimilar fenômenos dessa ciência dedicada a compreender a vida. A morfologia, a fisiologia, o comportamento, e tantos outros temas, alvos de abordagens conteudistas no ensino escolar de Ciências e Biologia, representam consequência direta de processos ecológicos e evolutivos, frequentemente ignorados nestas abordagens. Se o entendimento da vida e seus processos associados está alicerçado na Ecologia e Evolução, o ensino de Biologia deveria acompanhar esta tendência, apresentando metodologias de ensino que incentivem a compreensão do dinamismo e propriedades da vida.

A Biologia Vegetal sofre um apagamento ainda maior, pois ao receber menos atenção no ensino escolar e nos meios de comunicação, cria-se na população uma incapacidade de reconhecer as plantas como seres dinâmicos e de importância fundamental dentro dos ecossistemas (SALATINO & BUCKERIDGE, 2016). As consequências diretas deste apagamento e subvalorização, relacionado a fatores neurofisiológicos e culturais, é a desafeição pelo tema por parte dos alunos, que encontram um conteúdo excessivamente teórico e não veem motivos para nutrir interesse pelas plantas (SALATINO & BUCKERIDGE, 2016). Análises recentes de temas relacionados à botânica em livros didáticos de Ensino Médio e Fundamental apontam para as mesmas conclusões: há uma deficiência em abordagens evolutivas, críticas, práticas, integradas e um excesso de utilitarismos e conteudismo (SANTOS et al. 2015; GASPAR, 2016; NOGUEIRA & SANTOS, 2017).

Neste sentido, como já colocada a potencialidade da alfabetização científica dentro do ensino de Ciências e Biologia, e devido a urgência das preocupações ambientais

recentes relacionadas à ação antrópica, aplicar os recortes de Ecologia Vegetal se torna um caminho eminente para a superação de muitas questões problemáticas e lacunas da sociedade. O território brasileiro é detentor da maior cobertura de florestas tropicais do mundo, abrigando uma megadiversidade (MMA, 2002). O conhecimento da biodiversidade é crucial para a tomada de decisões políticas -responsabilidade de todos os cidadãos- e para a conservação da flora e fauna. Assim, a carência de aproximação e conhecimento sobre a natureza é um importante fator que legitima a degradação ambiental, que anda em ritmo acelerado no país (SILVA, 2012).

Para caminharmos em direção à construção da consciência terrena (MORIN, 2001) se faz necessário o reconhecimento da importância do mundo vegetal como base para processos biológicos cruciais para a manutenção da vida na Terra. Além disso, é crucial que os professores de Ciências e Biologia se engajem na superação da cegueira botânica, preconizando metodologias que coloquem as plantas como protagonistas e o aluno como um autor do próprio aprendizado ativo e potencialmente crítico.

Objetivos

Os objetivos deste trabalho foram a produção e aplicação de uma atividade complementar para a disciplina de Biologia que preconizasse a alfabetização científica, visando fomentar a discussão sobre o tema Ecologia Vegetal no contexto do Ensino Médio de uma escola da Baixada Fluminense. As principais metas foram: (i) elaboração de um planejamento de atividade de campo (teórico-prática) que considerasse as três dimensões da alfabetização científica; (ii) aplicação da atividade para alunos de uma escola do Ensino Médio de Seropédica, RJ; e (iii) análise da autoavaliação e produção/rendimento dos alunos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Escolha do tema e público alvo

O tema “Forma e distribuição das plantas x ambiente: como se relacionam?” foi escolhido por representar, dentro do Ensino de Biologia, um tema onde este componente curricular encontra importante responsabilidade social na formação crítico-científica do educando. No “Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro - Ciências e Biologia”, no segmento do Ensino Médio, temos este tema pertinente em dois anos principais: i) para o 1º ano, estabelece-se como habilidade no 4º bimestre “reconhecer a diversidade de seres vivos no planeta, relacionando suas características aos seus modos de vida e aos seus

limites de distribuição em diferentes ambientes, principalmente os brasileiros”; e ii) para o 3º ano, estabelece-se como habilidade no 2º bimestre “reconhecer padrões em fenômenos e processos fundamentais em sua organização” [dos ecossistemas] (RIO DE JANEIRO, 2012). Desta forma, a atividade teve como público alvo alunos destes respectivos anos.

Escolha da Instituição de Ensino

A escolha se baseou em dois critérios: i) a facilidade de contato e conciliação de cronogramas das instituições envolvidas e ii) a proximidade espacial entre a escola estadual de Ensino Médio e a UFRRJ. Com isso, foram ajustadas as disponibilidades de dia e horário do Jardim Botânico da UFRRJ (local onde a atividade foi realizada) e de uma Escola Estadual das redondezas da Universidade. Assim, ficaram definidas duas datas para realização da atividade, no mês de outubro de 2017 (dias 23 e 30).

Formato da atividade

A atividade foi realizada em espaço não-formal de ensino, utilizando a observação e contato com o meio natural como insumo básico para reflexão, em consonância com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Neste documento, é enaltecida a importância de atividades fora de sala de aula, intituladas “estudo do meio” (BRASIL, 1998). A atividade proposta pode ser realizada em ambientes abertos localizados nos arredores da escola, como foi o caso do presente trabalho, que utilizou o espaço do arboreto do Jardim Botânico (JB) da UFRRJ – Seropédica. O JB apresenta visita livre e gratuita no horário de funcionamento (de segunda a sexta, de 8 às 17h), sendo de fácil acesso a pedestres.

Os alunos se organizaram em grupos de, no máximo, cinco indivíduos, visto que grupos menores possibilitam uma interação mais direta entre os membros e abre oportunidade para que indivíduos mais introspectivos se sintam confortáveis para contribuir (SCHOEREDER, 2012). Para guiar a atividade foi previamente preparada e entregue aos grupos uma caderneta de campo com informações sobre metodologia científica; fundamentação teórica, que possibilitasse embasamento para a formulação das premissas por parte dos discentes; instruções sobre como proceder com os registros; além dos roteiros de trabalho específicos de cada grupo, com a pergunta a ser respondida.

Sasseron e Machado (2017) organizam cinco graus de interferência de um professor sobre determinada atividade, estratificando os processos dentro desta e designando determinada etapa a uma ação do professor ou do aluno (Tab. 1). No caso

desta atividade, embora os aspectos a serem observados tenham sido selecionados previamente pelo professor, a proposição e defesa das hipóteses no momento da discussão conjunta foram realizadas espontaneamente pelos discentes, configurando, portanto, o Grau IV de interferência.

Tabela 1 – Graus de interferência do professor (P) na atividade científica dos alunos (A). Retirado de Sasseron & Machado (2017) apud. Pella (1969).

	Grau I	Grau II	Grau III	Grau IV	Grau V
Problema	P	P	P	P	A
Hipótese	P	P	P	A	A
Plano de Trabalho	P	P	A	A	A
Obtenção de Dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A	A	A	A

Para facilitar a dinâmica da atividade, foram selecionados três monitores para atuar mais diretamente com os grupos. Os monitores escolhidos são discentes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFRRJ que possuíam afinidade, conhecimento e domínio do tema, disponibilidade de tempo para reuniões preparatórias e para a aplicação da atividade, bem como experiência em lidar com alunos. Todos os monitores foram instruídos a tirar dúvidas pontuais, controlar o tempo e observar o uso do espaço, mas sempre sem direcionar a investigação dos discentes. Assim, a partir de algumas provocações realizadas pela equipe pedagógica (composta pela coordenadora da atividade e monitores), os alunos tiveram a oportunidade de elaborar suas hipóteses e ficaram livres para fazer as observações, medições e predições necessárias a fim de testá-las. Os relatos dos monitores sobre o desenvolvimento da atividade foram compartilhados mutuamente em áudio.

Avaliação quantitativa e qualitativa

Para avaliação quantitativa da atividade foi realizada uma análise dos dados sob a ótica dos alunos, a partir das notas atribuídas na autoavaliação (ANEXO 1). Os parâmetros escolhidos para a construção do roteiro de autoavaliação seguem os indicadores recomendados por Sasseron (2010) para validação do trabalho executado sob a ótica da alfabetização científica. São eles: i) construção lógica - se refere à forma como as ideias são apresentadas; ii) raciocínio proporcional - mostra como se estrutura o pensamento e se relacionam as variáveis; iii) levantamento de hipóteses - compreende a

resposta às perguntas propostas e/ou afirmações sobre o tema; iv) teste de hipóteses - a elaboração de reflexões, observação ou pela manipulação direta para obter respostas sobre suas indagações e; iv) explicação - resultado do confronto entre as hipóteses e as ideias obtidas após a investigação, para construir novas concepções sobre os temas.

Outro aspecto dentro da análise quantitativa foi a atribuição de notas pela docente que coordenou a atividade a cada item do roteiro de trabalho de acordo com determinados parâmetros pré-estabelecidos (ANEXO 2). Segundo Luckesi (1996), a aferição de resultados consiste em três procedimentos sucessivos: (i) medida do aproveitamento, (ii) transformação da medida em nota ou conceito e (iii) utilização dos resultados identificados. Com isso, foram atribuídas notas de 0 a 10 à produção dos alunos nos itens de “Premissas”, “Hipóteses”, “Previsão”, “Metodologia”, “Resultados” e “Conclusão” nos seus respectivos roteiros, indicando respostas e linhas de raciocínio mais ou menos relacionadas com o esperado. Posteriormente, estes dados foram comparados com a autoavaliação para identificar a correlação entre as notas atribuídas pelos grupos e pela coordenadora e avaliar o rendimento da atividade. O cálculo do índice de correlação de Pearson foi realizado no programa Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

A avaliação qualitativa dos grupos levou em consideração não só o resultado, mas o processo de construção do argumento, aplicação, interação discursiva e exposição da produção científica e crítica dos alunos, por meio de observações da equipe pedagógica, além de uma reflexão sobre alguns termos utilizados pelos alunos para preencher seus roteiros de trabalho, que refletem suas impressões sobre os temas tratados. Foi utilizado, na segunda aplicação, um gravador para registrar as falas no momento de compartilhamento das produções.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

i) Proposta de atividade de campo

Contemplando o primeiro objetivo do trabalho, foi elaborado pela coordenadora da atividade um planejamento de aula de campo com dados de identificação e conteúdos abordados, descrição dos objetivos, metodologias e estratégias para o desenvolvimento da atividade, recursos necessários para sua execução e forma de avaliação a posteriori, além das fontes utilizadas para construir as abordagens teóricas (Tab. 2).

Tabela 2. Plano de aula. Competências: (C) Conceituais; (P) Procedimentais; (A) Atitudinais.

I. Dados Gerais:		
Título: Forma e distribuição das plantas x ambiente: como se relacionam?		
Data:	20 e 23 de outubro de 2017	Duração: 2h
Local:	Jardim Botânico da UFRRJ	
II. Dados de Identificação:		
Escola:	Colégio Estadual, Seropédica – RJ	
Professora coordenadora: Vivian dos Santos Nogueira Orientadora: Nivea Dias dos Santos	Professor responsável pela turma: Claudio	
Disciplina:	Biologia	
Série:	1 e 3º ano do Ensino Médio	
III. Objetivos		
<p>Objetivos gerais: Correlacionar a morfologia e distribuição das plantas com seu ambiente, estabelecendo relações ecológicas e evolutivas.</p> <p>Objetivos específicos: (C1) Citar as necessidades fisiológicas das plantas; (C2) Estabelecer diferenças entre climas e reconhecer as variáveis ambientais pertinentes; (C3) Explicar os conceitos ecológicos de fator limitante e adaptação; (C4) Relacionar forma e padrão de distribuição à fatores ambientais; (P1) Aplicar o método científico na resolução de planos de trabalho; (P2) Formular hipóteses a partir de premissas; (P3) Representar graficamente as previsões baseados em hipóteses formuladas; (A1) Trabalhar de forma cooperativa em grupo.</p>		
IV. Conteúdo		
<p>Conteúdo Prévio: Morfologia externa das plantas, Conceitos básicos de Evolução Biológica, Conceitos básicos de ecologia, Noções de montagem de gráficos. Conteúdo: Metodologia Científica e Ecologia/Evolução Vegetal (Anexo 1 – Caderneta de Campo)</p>		
V. Metodologia		
<p>A atividade será dividida em quatro momentos:</p> <p>i) Contextualização: Construção de um mapa conceitual em cartolinas para conectar coletivamente alguns conceitos a partir de perguntas como: “O que [quais recursos] as plantas necessitam para viver?”; “Quais partes da planta estão relacionadas com cada uma destas necessidades?”; “As disponibilidades de todos estes recursos são iguais em todas os ambientes?; “Qual (is) são o (s) fator (es) limitante (s) para a vida das plantas na Caatinga ou na Floresta Atlântica, por exemplo?”. O mapa conceitual construído ficará à mostra e à disposição para consultas durante os momentos seguintes. Ainda, será feita uma exemplificação de construção de gráficos baseado nos exemplos que serão trabalhados na caderneta de campo. Duração estimada: 20 minutos;</p> <p>ii) Investigação: Divisão em grupos de 3 a 5 alunos, e será entregue a cada grupo dois exemplares da caderneta de campo. Ela consiste em uma introdução ao método científico e alguns conceitos de ecologia, para que os alunos façam uma leitura rápida. Ao final da caderneta de cada grupo, estará um dos três tipos de planos de trabalho, que traz uma pergunta específica a ser pensada e resolvida pelo grupo, preconizando o método científico</p>		

para tal. Para uma aplicação mais dinâmica, convém montar seis grupos, com duas repetições para cada plano de trabalho. Isto será útil para que os próprios alunos possam confrontar, num terceiro momento, suas dificuldades e descobertas, além de facilitar a avaliação e análise dos dados pelo professor. Os monitores da atividade devem estar atentos ao desenvolvimento do plano com os alunos, evitando que se dispersem ou percam o foco. Os monitores devem ser instruídos para não interferirem no desenvolvimento intelectual da atividade, podendo no máximo fazer algumas provocações e/ou observações para dinamizar o processo, mas sem fornecer respostas nem direcionar o trabalho dos alunos.

Duração estimada: 50 minutos;

iii) **Compartilhamento:** quando os grupos tiverem terminado os planos de trabalho e já estiverem com as conclusões construídas, vamos nos reunir em roda para que cada grupo exponha a forma como executou seu plano de trabalho, explicando aos colegas quais foram suas hipóteses, previsões, metodologia e resultados. Os colegas podem e devem fazer questionamentos e o grupo deve ser capaz de explicar e defender o ponto de vista adotado. Ao final desta fase, os alunos receberão o formulário de autoavaliação. **Duração estimada: 40 minutos.**

iv) **Reflexão sobre Biomimética:** após as conclusões tiradas a partir do compartilhamento, continuaremos no formato de roda, mas desta vez utilizando os insumos retirados das reflexões anteriores para que os alunos respondam ao último trecho da caderneta de campo. **Duração estimada: 10 minutos.**

VI. Recursos

i) **Humanos:** Três monitores para auxiliar diretamente os alunos. ii) **Materiais Didáticos:** Duas folhas de cartolina branca, tesoura, canetas *pilot* ou hidrocor, fita adesiva e/ou barbante, uma prancheta por grupo, lápis, régua, estilete, papéis A4 à disposição para rascunhos e bloco de notas do professor; duas cadernetas de campo impressas para cada grupo.

VII. Avaliação

Serão feitos dois tipos de avaliação: a primeira através de uma autoavaliação relativa ao trabalho, participação e compreensão do grupo e a segunda pela avaliação docente da produção dos alunos nos roteiros.

VIII. Fontes

BEGON, M. Ecology: From Individuals to Ecosystems. 4ª ed. 2006

MARTINS, F. R. **Organização de uma Comunidade Florestal de Arbustos e Árvores: Guias para um Estudo Prático.** Campinas, SP. 2002.

ii) Cadernetas de campo e roteiros de trabalho

Foi elaborada e distribuída uma caderneta de campo como material instrutivo para os grupos. Nela constam, ordenados desta forma, (i) uma parte teórica abordando as fases do método científico dedutivo e alguns aspectos da ecologia vegetal pertinentes à atividade (ANEXO 3), (ii) roteiro de trabalho (Fig. 1), (Fig. 2), (Fig. 3) e (Fig.4) e (iii) reflexão sobre Biomimética (Fig. 5).

GRUPO 1 - OBSERVANDO O GRAMADO

Integrantes: NOME DO GRUPO: _____

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____

Este grupo vai analisar o padrão espacial do gramado no arboreto do JB-UFRRJ. Então, pensem nos fatores que possam afetar este padrão e investiguem:

Pergunta: Qual o principal "fator limitante" que atua sobre o padrão de cobertura da grama?

1) **Premissas** (o que sabemos sobre o assunto? Podem consultar o material anterior e as anotações da aula!)

2) **Hipótese** (Baseado no que sabemos, qual acreditamos que seja a resposta para a pergunta?)

3) **Previsões** (se a nossa hipótese for verdadeira, o que eu espero encontrar?)
Tente representar graficamente a(s) sua(s) previsão(ões)!

Figura 1 – Duas primeiras páginas do primeiro roteiro de trabalho “Observando o Gramado” que compunha a Caderneta de Campo.

GRUPO 2 - OBSERVANDO AS FOLHAS

Integrantes: NOME DO GRUPO: _____

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____

Este grupo vai observar as folhas de plantas de ambientes bem diferentes: algumas tipicamente do interior de mata fechada e outras de ambientes secos e abertos. Pensando nas diferenças das condições climáticas entre os ambientes onde essas plantas ocorrem originalmente e nas principais funções das folhas para as plantas, investiguem:

Pergunta: Considerando a morfologia da folha, qua(is) fator(es) ambientais são limitantes para a ocorrência dessas espécies?

1) **Premissas** (o que sabemos sobre o assunto? Podem consultar o material anterior e as anotações da aula!)

2) **Hipótese** (Baseado no que sabemos, qual acreditamos que seja a resposta para a pergunta?)

3) **Previsões** (se a nossa hipótese for verdadeira, o que eu espero encontrar?)
Tente representar graficamente a(s) sua(s) previsão(ões)!

Figura 2 – Duas primeiras páginas do segundo roteiro de trabalho “Observando as Folhas” que compunha a Caderneta de Campo.

GRUPO 3 - OBSERVANDO AS COPAS DAS ÁRVORES

Integrantes: NOME DO GRUPO: _____

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____

Este grupo vai observar as copas de árvores provenientes de ambientes de climas tropicais e outras de climas muito frios e secos. Pensando nas diferenças das condições climáticas entre estes dois ambientes e nas estratégias das plantas que permitem superar as limitações ambientais, investiguem:

Pergunta: Considerando a arquitetura da árvore, quais estratégias as plantas de ambientes frios apresentam para superar os fatores limitantes do ambiente?

1) Premissas (o que sabemos sobre o assunto? Podem consultar o material anterior e as anotações da aula!)

2) Hipótese (Baseado no que sabemos, qual acreditamos que seja a resposta para a pergunta?)

3) Previsões (se a nossa hipótese for verdadeira, o que eu espero encontrar?)
Tente representar graficamente a(s) sua(s) previsão(ões)!

Figura 3 – Duas primeiras páginas do terceiro roteiro de trabalho “Observando as Copa das Árvores” que compunha a Caderneta de Campo.

4) Metodologia (Como vamos testar a nossa hipótese?)

5) Resultados (As hipóteses iniciais se confirmaram?)

Quais as conclusões que podemos tirar?

Figura 4 – Terceira e quarta páginas do roteiro de trabalho, comuns aos três tipos de roteiros, que compunham a Caderneta de Campo

VOCE SABIA?

A Biomimética é uma área do conhecimento que observa a natureza e tenta compreender nuances na forma dos seres vivos para desenvolver ou aperfeiçoar soluções inovadoras de engenharia e estimular novas ideias, sendo que os biomimeticistas encontram na natureza um modelo perfeito de inspiração e de imitação.

Um clássico exemplo é o velcro, que em 1941, foi inspirado em pequenos ganchos encontrados na superfície de plantas *Rebarba* que acabaram por "grudar" na perna de um engenheiro suíço que passeava em um bosque com o seu cão! Outro exemplo famoso foi uma melhoria no trem-bala chinês, que uma vez inspirados na aerodinâmica do bico do pássaro Pica-Peixe os engenheiros remodelaram toda a frente do trem. Além de ficar mais silencioso, ele passou a gastar 15% menos eletricidade e ficou 10% mais veloz. Isto também pode ser visto na ideia de jardins verticais, que visam aproveitar luz do sol e espaço, o que é percebido como a intenção das plantas epífitas, por exemplo!

Agora, junto com o seu grupo, pense em alguma tecnologia (que já exista ou não) ou ferramenta que imite a forma ou alguma estratégia das plantas. Você pode pensar nas que aprendemos hoje ou nas que vocês já tenham visto em outras oportunidades!



Figura 5 – Trecho da Caderneta de Campo que propunha uma reflexão acerca da Biomimética.

iii) Relato da aplicação da atividade

A atividade foi aplicada em duas ocasiões, com grupos mistos, isto é, indivíduos de turmas e anos diferentes (1º e 3º anos), que se distribuíram por ímpeto próprio e autonominaram livremente os grupos a que pertenciam. A primeira aplicação (AP1) ocorreu no dia 23 de outubro de 2017, das 13h00 às 17h00, e contou com inicialmente 15 alunos divididos em três grupos de cinco indivíduos, sendo um deles acrescido de mais um membro chegado depois da divisão inicial, totalizando 16 alunos. A segunda aplicação (AP2) ocorreu dia 30 de outubro de 2017, das 13h10 às 17h00 e contou com 49 alunos divididos em dez grupos, nove de cinco indivíduos e um grupo de quatro indivíduos. Desta forma, um total de 65 discentes e 13 grupos participaram da atividade, considerando as duas aplicações. Tanto na AP1 quanto na AP2 o professor responsável pela disciplina acompanhou os trabalhos (Fig. 6). Para efeitos de análise, identificamos os grupos com números organizados da seguinte forma: os 1.1, 1.2 e 1.3 referem-se os grupos da AP1; os 2.1 ao 2.10 referem-se aos grupos da AP2. Dos 13 grupos, cinco executaram o roteiro 1 “Observando o gramado” (1.2, 2.1, 2.4, 2.7 e 2.10), quatro

executaram o roteiro 2 “Observando as folhas” (1.3, 2.3, 2.8 e 2.9) e quatro, o roteiro 3 “Observando as copas das árvores” (1.1, 2.2, 2.5 e 2.6).



Figura 6 – Primeiro momento da primeira aplicação (AP1). 23/10/2017. Seropédica – RJ. Em pé, à esquerda o professor de Biologia das turmas participantes e à direita, Vivian Nogueira, coordenadora da atividade.

No primeiro momento (Contextualização) de ambas as aplicações, os alunos foram muito participativos e conseguiram desenvolver bem o diálogo de acordo com o pretendido: nomear os órgãos vegetais, as necessidades básicas da planta e estabelecer uma relação clara entre eles. No segundo momento (Investigação) da AP1, foi perceptível que a duração estimada no planejamento inicial da atividade foi inadequada, visto que os alunos demoraram ca. 3h para completar esta etapa, prejudicando o desenvolvimento do 4º momento, que acabou sendo suprimido na AP1 (Tab. 3). A discrepância entre os tempos esperado e observado na AP1 foi atribuída a três principais causas: i) a complexidade da atividade como um todo, ii) a dinâmica de leitura inadequada no segundo momento e iii) a falta de cobrança pelo tempo de execução.

Foi realizada uma reflexão dos pontos positivos e negativos da AP1 e, para a segunda aplicação (AP2), algumas alterações foram estipuladas. O tempo total de atividade foi redimensionado de 2h para 3h40, aumentando substancialmente o tempo disponível para o desenvolvimento do 2º momento, de 50 minutos para 2h20 (Tab. 3). Em relação à segunda causa supracitada, como os alunos iniciaram o 2º momento com a leitura completa da caderneta, para posteriormente executar seus roteiros de trabalho, foi perceptível que esta primeira leitura foi desfocada. Isto porque os alunos a faziam sem saber o que iriam utilizar mais diretamente no trabalho a partir daquela leitura.

Isto fez com que no ato de redigir e pensar as questões, tivessem que voltar à caderneta e lê-la novamente. Portanto, a dinâmica de leitura da caderneta de campo para a AP2 foi alterada da seguinte forma: os alunos fariam uma leitura objetiva da parte sobre ecologia, lendo depois a pergunta de seu roteiro de trabalho, seguido da leitura do trecho de premissas e hipóteses para que assim redigissem as suas premissas e hipóteses. Depois, leriam o trecho sobre previsões para que redigissem as previsões, e assim por diante. Esta dinâmica tornaria a leitura mais objetiva e o cumprimento das etapas do método científico mais eficiente e direcionado. Em relação à terceira causa supracitada, os monitores foram reorientados para que atentassem mais ao tempo de execução do roteiro de atividades, dando incentivo e foco aos grupos monitorados, evitando que os alunos se dispersassem.

Tabela 3 – Duração de cada momento conforme esperado e observado em cada uma das aplicações.

	1ª aplicação (AP1)		2ª aplicação (AP2)	
	Esperado	Observado	Esperado	Observado
1º Momento	0h20	0h20	0h20	0h20
2º Momento	0h50	3h00	2h20	2h20
Intervalo (<i>lanche</i>)	-	-	0h10	0h10
3º Momento	0h40	0h40	0h40	1h00
4º Momento	0h10	0h00	0h20	0h00
Total	2h00	4h00	3h50	3h50

Outro problema constatado na AP1 foi decorrente do fato do tempo total da atividade ter prolongado o jejum dos alunos, deixando-os impacientes e inquietos. Uma solução encontrada para sanar tal problema na AP2 foi fazer um intervalo para lanche (providenciado pela coordenadora da atividade) entre o segundo e terceiro momentos (conforme Tab. 3).

Na AP2, o desenvolvimento do 2º momento de acordo com o tempo esperado foi visivelmente mais eficiente, já que foi possível que um número de grupos três vezes maior em relação à AP1 fosse capaz de cumprir o tempo estipulado. O 3º momento, que consistia na fase de compartilhamento do que foi produzido pelos grupos, sofreu um acréscimo considerável pelo número de grupos a se apresentar, o que acabou por suprimir novamente o 4º e último momento da atividade. A mudança de postura nos grupos foi

visível e a produção escrita foi também mais densa na AP2, fato decorrente das falas e da atenção constante dos monitores ao tempo de decorrido da atividade.

Algo importante de ressaltar é que para a AP2, seis alunos que já haviam participado a AP1 retornaram para vivenciar novamente a atividade. Todos optaram por realizar um roteiro de atividade diferente do que já haviam feito, mas mesmo assim se mostraram mais desenvolvidos que os demais, pelo contato recente com as etapas do método científico.

Enquanto análise global, a atividade mostrou-se produtiva para que os alunos conhecessem o método científico e aplicassem-no para coletar dados ecológicos sobre as plantas, visto que todo processo científico foi elaborado por eles: formularam suas premissas, hipóteses, previsões, metodologia, resultados e conclusões, compreendendo o contexto por trás de cada uma dessas etapas e aplicando-a aos seus roteiros de trabalho. Foi evidente que a maioria dos alunos não havia tido um contato íntimo com o método científico anteriormente, sendo nítido que a falta de prática adensou ainda mais a importância da atividade para a formação científica e social daqueles indivíduos. Apesar do 4º momento (Biomimética), pensado para englobar a terceira dimensão da AC, não ter sido contemplado em nenhuma das duas aplicações, não houve prejuízo à produção dos alunos nos momentos anteriores, visto que este momento era o único do qual os três primeiros não interdependiam diretamente. O processo praticado nesta atividade se diferenciou dos moldes de redescoberta tanto pelo espaço de estudo quanto pelos moldes de investigação científica, que priorizou as ideias que os alunos traziam para os seus trabalhos. Os roteiros entregues foram abertos, contendo apenas as etapas mínimas, mas os alunos elaboraram metodologias diferentes, por exemplo, o que produziu também resultados diferentes. Este é um fato importante de ressaltar que a construção científica deve ser dinâmica e proposta por aquele que constrói e impulsionada por uma ou mais perguntas, e não simplesmente uma receita formatada para ser aplicada.

Como resalta Sasseron (2010), nem todos os eixos estruturantes da AC precisam ser encontrados em uma mesma aula, mas podem [e devem] ser elaborados em um conjunto de tratamento sobre o tema. Portanto, dada a importância do tema, fica demarcada a necessidade de se pensar em sequências didáticas que possam dar continuidade, em diversos momentos, aulas ou incursões, ou até interligada com os outros temas (MOTOKANE, 2015). Há de se considerar ainda que, dependendo do tema, considerando suas finalidades específicas, ele pode favorecer ou desfavorecer determinadas abordagens nos eixos.



Figura 7. Momentos da aplicação da atividade. **A** = dois grupos do roteiro “observando a copa das árvores” trabalhando nas medições de folhas dos pinheiros na segunda aplicação; **B** = da esquerda para a direita, grupo 1.2 redigindo a metodologia do trabalho, coordenadora da atividade e monitora dos roteiros “observando o gramado”; **C** = da esquerda para a direita, o monitor dos roteiros “observando as folhas”, coordenadora da atividade e grupo 1.3, na primeira aplicação.

iv) Autoavaliação dos alunos

Um questionário de autoavaliação (ANEXO 1) foi distribuído ao final do terceiro momento, onde, em ambas as aplicações, a atividade já se encaminhava para o fim. Com isso, foram dados quinze minutos para que os grupos, reunidos, discutissem as perguntas e dessem uma nota mensurando sua eficiência em cada quesito (Tab. 4).

Na comparação entre perguntas, a que obteve maior média foi a décima (9,2). Esta pergunta resumia a compreensão dos alunos de que as plantas são seres dinâmicos, que interagem diretamente com o ambiente. Somado a isso, houve pouca variação entre as notas para esta pergunta (Fig. 8), o que sinaliza o fato da atividade ter cumprido o seu objetivo central de fomentar a discussão da Ecologia Vegetal no Ensino Médio. As perguntas 8, 9 e 7 obtiveram as menores médias dentre todas as perguntas (6,0; 6,0; 6,9,

respectivamente). Observando as notas atribuídas pelos alunos à questão 8 (“Lidamos bem com os questionamentos feitos pelos outros?”), houve cinco grupos que a valoraram em 4,0 pontos ou menos, além de um que se eximiu de respondê-la.

Tabela 4 – Notas atribuídas na autoavaliação pelos alunos e médias por pergunta e por grupo, em cinza. Os grupos 1.1, 1.2 e 1.3 referem-se os grupos da primeira aplicação (AP1) e 2.1 a 2.10 referem-se aos grupos da segunda aplicação (AP2).

GRUPO	1) Participamos das discussões anteriores à atividade prática?	2) Conseguimos socializar entre o grupo as ideias que tivemos?	3) Conseguimos entender quais variáveis ambientais faziam parte da nossa investigação?	4) Conseguimos levantar hipóteses que pudessem explicar nossa problemática?	5) Conseguimos pensar quais fatores da vida da planta tínhamos que levar em conta de acordo com a nossa hipótese?	6) Conseguimos chegar a uma conclusão em relação à hipótese inicial?	7) Conseguimos fazer os colegas entenderem bem os resultados que tiramos das nossas observações?	8) Lidamos bem com os questionamentos feitos pelos outros?	9) Ficamos satisfeitos com o desempenho do grupo?	10) Compreendemos as plantas como seres dinâmicos, que interagem constantemente com o meio ambiente?	MÉDIA
1.1	8	10	10	8.5	6	9	8.5	-	10	7	8.6
1.2	10	9	9.5	10	8	10	2	4	7	8	7.6
1.3	7	10	5	10	8	4	5	6	7	6	6.8
2.1	10	10	9	10	9	8	5	2	8.5	10	8.1
2.2	8.5	7	6	10	9	7	6	7	0	8	6.7
2.3	7	10	10	8	9	8	6	2	7	10	7.7
2.4	10	8	8	8	9	10	10	10	10	10	9.3
2.5	10	10	10	10	10	10	10	10	8	10	9.8
2.6	7	6	5	7	8	3	1	1	1	8	4.7
2.7	7	6	8	9	6	7	8	7	7	8	7.3
2.8	6	8	10	10	10	10	10	10	10	10	9.4
2.9	-	10	8	9	7	9	10	10	8	10	9.0
2.10	8	7	6	8	6	9	3	1	3	8	5.9
MÉDIA	8.1	8.5	8.0	8.9	8.3	8.1	6.9	6.0	6.0	9.2	

Este fator refletiu na baixa média nesta pergunta e não indica uma questão pontual, mas algo sintomático, já que foi percebido em aproximadamente 46% do total de grupos. Dentre os grupos que atribuíram notas baixas à este quesito, todos atribuíram notas

relativamente baixas também à sétima questão (“Conseguimos fazer os colegas entenderem bem os resultados que tiramos das nossas observações?”).

É possível perceber que uma menor variação entre as notas atribuídas a determinada pergunta, significa uma maior concordância entre os grupos, indicando apontamentos mais confiáveis sobre tal quesito da atividade. As perguntas 7, 8 e 9, que correspondiam diretamente ao 3º momento (compartilhamento e expressão da produção), obtiveram as maiores variações de notação entre os grupos (Fig 8).

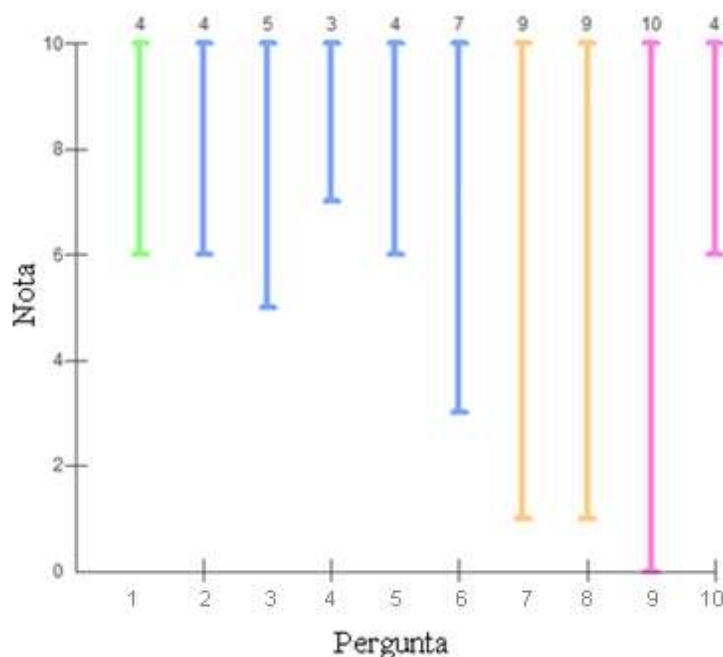


Figura 8 – Gráfico de máximos e mínimos evidenciando a variação das notas dentro das perguntas. Números da parte superior quantificam a amplitude de variação. Cores remetem ao 1º (verde), 2º (azul), 3º (laranja) momentos e impressões globais (rosa).

A autoavaliação se configura como um instrumento cognitivo por exercitar a autonomia e responsabilidade por parte do aluno (RÉGNIER, 2002), embora devamos cuidar para o fato de que a falta de confiança na relação professor-aluno, bem como o medo de ser mal avaliado, podem acarretar numa deturpação das notas conferidas pelos alunos a si próprios, mesmo conscientes das suas dificuldades (RIBEIRO, et al., 2014).

No caso da presente avaliação, que se tratava de uma autonotação (*i.e.*, ato de atribuir notas a si próprio), a proposta era de mensurar a progressão dos alunos na situação prática que envolvia compreensão das fases de aplicação do método científico na investigação de padrões ecológicos. A alta variação nas autonotações das perguntas 7, 8 e 9 traz a impressão de que o 3º momento, onde os grupos deveriam expor sua produção, não foi tão eficiente quanto poderia ter sido. Prováveis motivações para que isso tenha

acontecido envolvem as dificuldades de trabalhar em grupo e de expressar produções próprias.

Em relação às dificuldades do trabalho em equipe, o grupo 2.2, após ter colocado uma nota zero para o item 9, expressou por escrito na sua autoavaliação um descontentamento: “o grupo não trabalhou bem”. A dificuldade de expressar sua produção foi notada a partir de grupos que se avaliaram bem em relação ao desenvolvimento dos roteiros de trabalho, mas atribuíram notas baixas aos quesitos que avaliavam a expressão das suas ideias perante os outros, como os grupos 2.1, 2.3, 2.6 e 2.10. Os dois últimos, inclusive, demonstraram as maiores variações dentro das suas notas devido a este fator (Fig. 9).

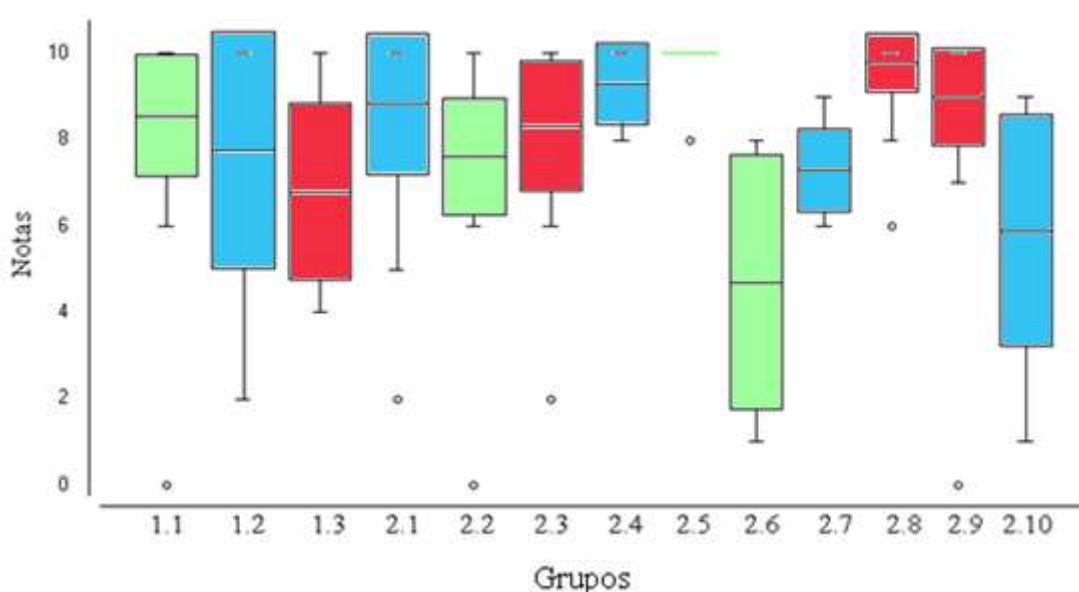


Figura 9 – Gráfico em Box-plot evidenciando as variações da autonotação dentro dos grupos nas aplicações. A cor azul indica os grupos que realizaram o roteiro “Observando o gramado”; vermelhos, o “Observando as folhas” e verdes, o “Observando as copas das árvores”.

Ocorre que em muitos modelos educacionais adotados atualmente, o excesso de aulas puramente expositivas engessa os alunos de participar ativamente de processos críticos, investigativos e que exijam elaboração de argumentos e defesa dos mesmos; *i.e.* o modelo bancário é essencialmente anti-dialógico (FREIRE, 1987). Portanto, este fator foi muito sintomático no momento das apresentações, onde a maioria dos grupos se resumiram a ler o que haviam escrito, incitando pouco à discussões. Outro fator a se notar é que os questionamentos se resumiram à intervenções da equipe pedagógica, visto que muitos grupos tendem a “não fazer perguntas para também não serem perguntados”, como expressado oralmente por uma aluna na AP2.

É compreensível que os alunos, por estarem majoritariamente em contato com conteúdo expositivo, tendam a reproduzi-lo quando estiverem à frente da fala, além de que o pouco exercício do diálogo é onde o opressor se estabiliza, pois retira do oprimido sua expressividade (FREIRE, 1987). Portanto, mesmo que os grupos tenham conseguido trabalhar e produzir bons apontamentos e reflexões, a expressão da sua produção foi prejudicada por um exercício limitado do ato de apreciar e participar de discussões, expondo suas dúvidas e pontos de vista. Não há como conscientizar sem alcançar o diálogo (FREIRE, 1987), então é necessário que não somente o diálogo seja incentivado no contexto escolar, mas que ele seja utilizado como objetivo e como ferramenta para alcançar propósitos maiores no projeto de formação humanista. Além disso, a prática dialógica se faz necessária para a formação científica, visto que fundamentalmente, a ciência passa por discutir e comunicar resultados, metodologias e novas perspectivas.

Em suma, a passividade e o bancarismo que se acumulam na maioria das salas de aula de Ciências (SANTOS, 2008) se refletem em dificuldades específicas em atividades como essa, onde os alunos são majoritariamente autores no seu aprendizado. A dificuldade de expressar-se e a espera por ordens do professor são sintomas evidentes deste acúmulo.

Ainda fruto da estrutura socioeconômica, o projeto educacional vigente é essencialmente baseado em definições de sucesso e insucesso. A consequência natural para os “desertores” desta referência normativa é o ciclo do desinteresse, que relaciona uma série de variáveis que geram ou são geradas pelo desinteresse pelas matérias escolares (ROBINSON & TAYLER, 1986). O ponto é que a “monotonia das aulas” e a “noção de inutilidade das matérias” são fatores que geram o desinteresse, e uma possível consequência deste, são os baixos rendimentos e a evasão escolar. Estes baixos resultados acabam enquadrando os indivíduos dentro da alcunha de insucesso, gerando muitas vezes o medo ou o pouco interesse em expor seus pensamentos, podendo levá-los a outros caminhos de se afirmar, como, por exemplo, a violência (ROBINSON & TAYLER, 1986).

v) Avaliação quantitativa dos roteiros de trabalho

As notas atribuídas pela coordenadora da atividade aos roteiros de trabalho, em consonância com os parâmetros do Anexo 2, resultaram em valores médios por grupo (Tab. 5) que posteriormente foram comparados com os valores médios das autoavaliações (Fig. 10). Existe uma visível correspondência entre a média das notas atribuídas pelos

alunos e pela coordenadora (Fig. 10), com exceção de dois grupos (2.8 e 2.3) que atribuíram a si notas muito elevadas (*outliers*), mas que não corresponderam necessariamente à sua produção, de acordo com a nota atribuída pela coordenadora.

Tabela 5 – Notas atribuídas pela coordenadora à produção discente nos roteiros de trabalho (RT) e as respectivas médias (coluna cinza) dos grupos autonominados, que foram identificados para efeitos de análise (ID). Prem – Premissas; Hip – Hipóteses; Prev – Previsões; Met – Metodologia; Res – Resultados; Con – Conclusões. Os roteiros de trabalho foram classificados em 1, 2 e 3 mediante o tipo.

ID	Nome do Grupo	R.T.	Prem	Hip	Prev	Met	Res	Con	Médias
1.1	Clube da Winx	3	7	8.5	7.5	5	8	9	7.50
1.2	Cavaleiros do Zodíaco	1	5	9.5	9.5	6.5	8	7	7.58
1.3	X-Men	2	8.5	10	7	8.5	8	6	8.00
2.1	Rocinha	1	9	9.5	9	7.5	9	8.5	8.75
2.2	Black	3	8.5	9.5	7.5	4	1	1	5.25
2.3	Os sem-terra	2	4.5	1.5	4	4.5	1	1	2.75
2.4	Hou-Hou-Hou	1	6.5	9	8	7.5	8	9.5	8.08
2.5	Eva Venenosa	3	7	8	8	9	10	9	8.50
2.6	Pau Mandado	3	5	10	8.5	2.5	3	5	5.67
2.7	Bangu 2	1	10	10	9.5	7.5	8	5	8.33
2.8	Galerinha do bem	2	6	5	1.5	6.5	6	1	4.33
2.9	Power	2	6.5	7.5	6	8	9	9	7.67
2.10	Irineu	1	6	10	8	5	3	7.5	6.58



Figura 10 – Relação entre as notas médias da autoavaliação e das atribuídas pela coordenadora. Os números representam a identificação dos grupos. Os pontos azuis indicam os grupos que realizaram o roteiro “Observando o gramado”; vermelhos, o “Observando as folhas” e verdes, o “Observando as copas das árvores”.

Foi verificada uma correlação positiva entre as notas médias atribuídas pela coordenadora e as médias da autoavaliação ($r = 0,7013$; $p = 0,0162$), considerando o conjunto de onze grupos (excluindo-se os *outliers*). Não houve diferença entre o rendimento dos grupos com relação aos três tipos de roteiro de trabalho (RT), visto que no conjunto de grupos bem avaliados existem exemplos todos os roteiros.

Dos treze grupos participantes, quatro obtiveram médias menores que 6,0 sob julgamento da coordenadora, mas metade destes (2.2 e 2.6) se autoavaliou de forma semelhante, replicando a impressão do baixo rendimento seja por desentendimentos internos quanto por dificuldade de expressar-se perante os componentes do grupo. Os outros dois grupos com média menor que 6,0 autoavaliaram-se de forma discrepante da coordenadora, superestimando sua atuação.

Com relação aos *outliers*, o grupo 2.8 apresentou problemas na elaboração escrita da previsão e das conclusões, item que, inclusive, deixou em branco. Apesar disso, o grupo se expressou verbalmente de forma mais desenvolvida, fazendo interessantes apontamentos acerca das suas conclusões, como é possível observar por áudio transcrito da apresentação oral do grupo:

Orador do Grupo 2.8: “(...) [as folhas] parecem ser mais grossas. Isso ocorre por que elas têm o intuito de reservar água ali dentro, guardar água (...) e isso acontece por causa do processo adaptativo. Elas evoluíram num ambiente que não tinha tanta água e por isso são dessa forma”. Quando fomos em um ambiente mais úmido, pudemos perceber que as plantas são maiores e não são tão grossas, pois elas não têm a necessidade de reservar a água que a outra teria”.

Coordenadora: “(...) a folha é uma reserva de água? As folhas dos cactos servem como reserva de água?”

Orador do Grupo 2.8: “Não. Puxando esse assunto, as folhas dos cactos não servem como esse reservatório de água. Elas são extremamente finas para reduzir a superfície de contato, fazendo com que a planta perca menos água”.

[Transcrição da Apresentação Oral do grupo 2.8 no Momento 3 na AP2]

Portanto, fica claro que uma avaliação da produção escrita, desatrelada à outras perspectivas, pode não refletir necessariamente a compreensão dos alunos que podem se expressar verbalmente melhor, ressaltando a importância da avaliação enquanto processo inclusivo (LUCKESI, 1996). Levando em consideração que (i) o grupo 2.8 obteve uma baixa produção escrita (que refletiu em uma nota baixa na avaliação do roteiro), (ii) no ato do compartilhamento, apenas um aluno, que apresentava um maior domínio do tema, predominou na fala; e (iii) o grupo apontou notas baixas para os quesitos da autoavaliação

que indicavam coesão do grupo (Perguntas 2 e 9), é provável que uma minoria tenha dominado a produção (que foi prejudicada pela desunião) e o compartilhamento. Nesse caso, uma melhor desenvoltura individual pode dar a falsa impressão que a produção ocorreu bem como um todo ou que todos sabem tanto quanto o orador.

As menores notas que o grupo 2.3 se atribuiu foram relacionadas a lidar com os questionamentos e explicar bem a sua produção (3º momento). Na avaliação da coordenadora, o grupo não recebeu boas notas em nenhum quesito, tendo desenvolvido insatisfatoriamente a redação da atividade. Assim, caso o conjunto de dados fosse tratado com o único objetivo de aprovar ou não os alunos em determinada competência, de acordo com alguma nota que limitaria este grupo a um número, este seria reprovado. Entretanto, como Luckesi (1996) ressalta, a forma mais rara na qual um professor utiliza os resultados dos alunos é para se reinventar e priorizar a aprendizagem, não a aprovação ou reprovação. A avaliação que se propõe, neste caso, é considerar todos os fatores positivos e negativos na atuação dos grupos no sentido de propor caminhos para aperfeiçoar a ideia da atividade proposta e compreender as lacunas e os caminhos que devem ser percorridos para alcançar propostas educacionais mais integradas.

Aqui, fica evidente a distinção entre as intenções de avaliar e examinar, nos sentidos de promover inclusão ou exclusão do processo educacional (LUCKESI, 1996). A intenção desta atividade, bem como de todo propósito educacional em que ela está inserida, é de que o aluno aprenda cada vez mais e melhor. Sendo assim, observar com atenção aqueles que não foram totalmente contemplados com a proposta das estratégias de ensino faz parte do processo dinâmico de “ser docente”. Esforçar-se para perceber os pontos específicos que não foram bem desenvolvidos por um ou mais alunos é, portanto, crucial não só para aperfeiçoar a atividade em si, mas para dar continuidade ao processo com estes alunos, em outras oportunidades, pensando outras estratégias para incentivar mais o desenvolvimento de competências que possivelmente estejam defasadas.

vi) Avaliação qualitativa da atuação e desenvolvimento dos grupos

Enquanto atuação coletiva, nos momentos onde todos os alunos estavam reunidos, era evidente uma euforia que muitas vezes é incompreendida pelos docentes, mas que quando bem trabalhada, pode ser revertida para fins pedagógicos. Leia-se: é vital que o educador procure estar a par do mundo dos educandos. Isto incorpora, por exemplo, a linguagem, cultura e interesses, para que se estreite a relação educador-educando e seja possível estabelecer um diálogo mais horizontalizado.

Ao aprender a ouvir a voz dos educandos, seja qual for a sua origem, aprende-se a falar e não apenas vociferar conteúdos vazios em significados (FREIRE, 2001). Esta relação foi estabelecida desde o primeiro momento da atividade e ajudou os alunos a se desinibirem e firmarem um canal de comunicação com a equipe pedagógica (e.g. quando os alunos faziam falas não-convencionais, e a equipe pedagógica as utilizava com fins pedagógicos, ajustando os conceitos, se necessário).

O professor que desrespeita a curiosidade do educando, o seu gosto estético, a sua inquietude, a sua linguagem, mais precisamente, a sua sintaxe e a sua prosódia; o professor que ironiza o aluno, que o minimiza, que manda que “ele se ponha em seu lugar” ao mais tênue sinal de sua rebeldia legítima, tanto quanto o professor que se exime do cumprimento de seu dever de propor limites à liberdade do aluno, que se furta ao dever de ensinar, de estar respeitosamente presente à experiência formadora do educando, transgride os princípios fundamentalmente éticos de nossa existência (FREIRE, 2002).

Em relação aos alunos que retornaram para a segunda aplicação, ao serem indagados sobre o motivo, a maioria relatou “ter gostado da atividade”. Então, solicitaram trabalhar em roteiros diferentes da AP1, explicando que desejavam fazer algo distinto da primeira vez. Para fins pedagógicos, a coordenadora da atividade acatou a solicitação, pensando que se repetissem o roteiro poderiam influenciar o grupo novo e prejudicar a construção nos integrantes inéditos.

Um fato curioso observado foi que um sexto aluno que já havia comparecido à AP1, voltou à AP2, chegando no Jardim Botânico por volta das 14h30 e não se inseriu em nenhum grupo. Relatou que “preferia ajudar a todos”, e migrando de grupo em grupo, de roteiro em roteiro, foi oferecendo novos pontos de vista válidos e pertinentes, mesmo que só tivesse realizado um dos roteiros na AP1. Aquele aluno refletiu em si um dos objetivos da atividade, de elaborar o pensamento crítico e científico e apropriou-se da discussão, incentivando seus colegas a discutirem também. Deste modo, acredita-se que o contexto da atividade (que envolve a situação, o formato e o assunto) favoreceu aquela postura bem-vinda do aluno.

Qual foi a importância do formato de grupo?

O formato de grupo adotado acabou por produzir algo que a ciência proporciona e requer: compartilhamento de ideias, refino do vocabulário e cooperação/entrelajada (WARD et al., 2010). De fato, foi notável que houve debate durante o trabalho em muitos dos grupos, com confronto de ideias diferentes que fez o conjunto refinar melhor as suas propostas e metodologias. Foi observado que, muitas vezes quando algum discente se expressava e outro/a integrante não entendia, o primeiro buscava uma forma de explicar

de outra maneira, refinando seu vocabulário e ajustando a sua forma de se expressar. Além disso, na maioria dos grupos houve um ímpeto por uma divisão de tarefas no momento de aplicar a metodologia, praticando a cooperação.

As conformações de trabalho em grupo por vezes favorecem situações confortáveis para que uma ou mais pessoas se eximam propositalmente, sobrecarregando os demais, como já discutido anteriormente. Entretanto, os grupos que tiveram membros ociosos, acabaram por relatar problemas no formulário de autoavaliação ou não conseguiram fazer boas produções escritas, reforçando a ideia de que “a capacidade de trabalhar como parte de um grupo é necessária para que os alunos desenvolvam um entendimento metodológico e posturas científicas” (WARD et al., 2010, p. 25). Portanto, no contexto desta atividade, a conformação de grupo se faz necessária não somente para elaborar as competências do trabalho de equipe, mas para desenvolver características cruciais para a formação científica (*e.g.*, ética, desafio, criticidade) (SANTOS, 1998).

Quais foram as maiores dificuldades em relação à prática científica?

Os alunos que participaram da atividade estavam interagindo não somente com o meio e com os conhecimentos sobre natureza, mas também, de uma forma mais subliminar com o conceito comum de cientista, já que, de alguma forma, assumiram esse papel. Rubem Alves (2007) lembra que as imagens midiáticas de ciência e cientista são utilizadas para passar a noção do conhecimento inconcusso, e esta ideia se enraíza na sociedade, que passa a acreditar que os cientistas necessariamente *provam* coisas e produzem *verdades*. Portanto, algumas sutilezas se mostram nesta interface, como por exemplo a escolha de palavras “comprovamos”, a seguir:

“**Comprovamos** que onde há uma quantidade menor de luz solar há menos quantidade de grama, já onde há mais quantidade de sol, há mais gramas”.

[Transcrição do Roteiro de Trabalho do grupo 2.1, no item “Resultados”]

Segundo a percepção da equipe pedagógica, as maiores dificuldades na elaboração dos roteiros foram a escrita, o estabelecimento de premissas e a representação gráfica das previsões. Isto é, a escrita e o processo de construção do argumento foram os principais problemas dentre a maioria dos grupos. Além disso, inicialmente foi observado que alguns alunos aguardavam, inertes, “ordens” da equipe pedagógica.

Em relação à representação gráfica, embora o desenvolvimento das ideias das previsões tenha sido satisfatório, foi notada uma dificuldade em relação à construção de

gráficos. Os principais pontos observados foram a ausência de identificação dos eixos, ausência de escala (salvo aqueles de previsão, onde foi solicitado um gráfico esboçado) e falta de identificação da unidade de grandeza. Entretanto os alunos desenvolveram bem a ideia de variável dependente e independente, tendo a maioria posicionado corretamente as variáveis nos eixos x e y (Fig. 11).

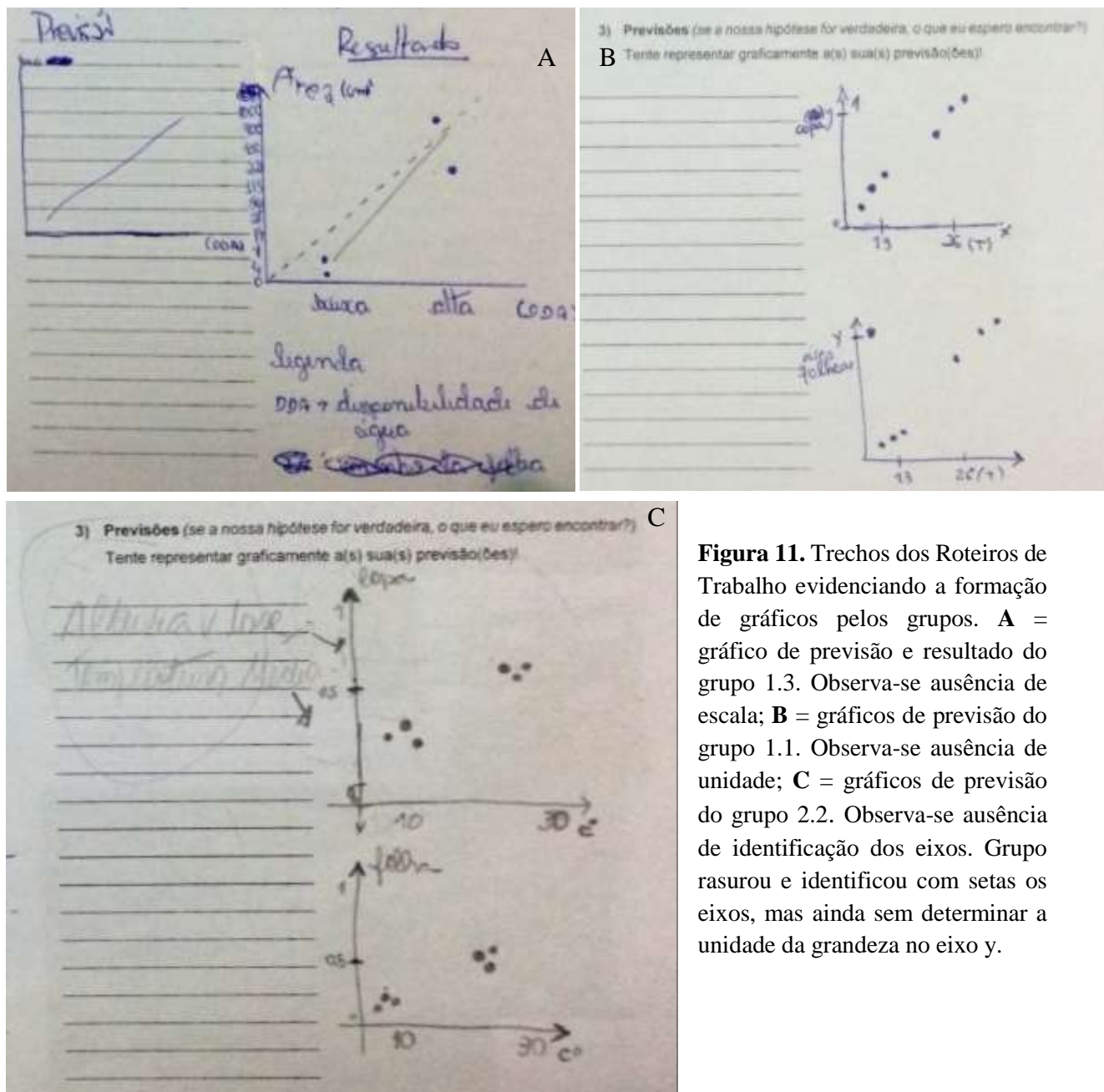


Figura 11. Trechos dos Roteiros de Trabalho evidenciando a formação de gráficos pelos grupos. **A** = gráfico de previsão e resultado do grupo 1.3. Observa-se ausência de escala; **B** = gráficos de previsão do grupo 1.1. Observa-se ausência de unidade; **C** = gráficos de previsão do grupo 2.2. Observa-se ausência de identificação dos eixos. Grupo rasurou e identificou com setas os eixos, mas ainda sem determinar a unidade da grandeza no eixo y.

O ensino escolar de ciências está sendo desenvolvido na forma mais descontextualizada possível, obedecendo prioritariamente a resolução de exercícios conceituais, isto é, que não requerem a compreensão ampla de padrões e questões biológicas (SANTOS, 2007), o que decerto agrava as dificuldades constatadas neste trabalho.

É notável, portanto, que muitos dos alunos não possuem prática da criticidade no cotidiano escolar, visto frases proferidas por alguns deles no decorrer da atividade: “tem que pensar?”, ou “nossa, eu nunca tive que pensar tanto na vida”. São frases comuns, que advêm da dependência do livro didático e da transmissão do professor para construir as respostas que necessitam para ser aprovados nos exames. O que está fora deste ritual desperta reações diversas no universo dos alunos, incluindo algumas desfavoráveis como a deserção, ou algumas curiosas, como a espera por “ordens” docentes.

Em relação à escrita, a equipe pedagógica relatou que, em diferentes ocasiões, os alunos tinham dificuldade de assimilar informações recém-lidas e aplicá-las à problemática proposta. Esta transposição que auxilia no processo de argumentação é algo incentivado e refletido por muitos estudos, dada sua importância na construção científica dos jovens educandos (SASSERON & CARVALHO, 2013; DE SOUZA & ARROIO, 2013; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE & BROCOS, 2015). Em um estudo que abordou temas transversais através da alfabetização científica com uma turma de Educação de Jovens e Adultos (EJA), Lozada et al., (2016) também identificaram dificuldades dos alunos referentes à leitura, interpretação e redação na atividade aplicada, apontando a necessidade de trabalhar mais o processo argumentativo. Portanto, faz-se necessário intensificar o exercício da argumentação em sequências didáticas que preconizem alfabetização científica.

Partindo do pressuposto de que não existe um método científico único, no sentido de receita universal para fazer ciência, não existe espaço para a generalização de um método único, o que requer a percepção sobre o que aquele objeto de investigação permite apontar (CHIBENI, 2006). Neste sentido, a logística da atividade e as reflexões tiradas dela não nos permitem testes empíricos rigorosos, pois muitas das questões associadas à arquitetura corporal dos vegetais estão ligadas a processos evolutivos e ecológicos que não podem ser mensurados em um dia de campo. Contudo, vale considerar o valor da observação para tomada de ideias centrais, além de alguns apontamentos mais específicos que são suficientes para negar diversas hipóteses iniciais. Resumidamente, a validade do processo proposto nesta atividade reside no critério que determina o estatuto científico de uma teoria: sua capacidade de ser refutada ou testada. E assim, a ciência caminha por conjeturas (hipóteses) e refutações em direção a um ideal de verdade que nunca atingirá, mas do qual se aproxima constantemente mediante a eliminação de erros (POPPER, 1953), exercício que foi frequente na construção dos grupos, segundo relatos da equipe pedagógica.

Qual foi a importância do contato com a natureza?

A alfabetização científica enquanto proposta democratizante pode ser realizada em espaços formais ou não-formais de ensino, tendo contextos diferentes em cada um deles. Diversos autores descrevem estratégias de atividades investigativas, argumentativas ou científicas nos espaços formais de educação (SASSERON & MACHADO, 2017; LORENZETTI & DELIZOICOV, 2001; COSTA, 2016), tendo importância vital na pluralidade desta proposta, que pode ser alcançada pelas mais diversas realidades escolares. Entretanto, a importância de não ater os processos educacionais apenas ao ambiente escolar fica evidente na medida em que reconhecemos a efetividade de espaços como museus de ciência e jardins botânicos em despertar encantamento, motivação e contextualização (TERSI & ROSSI, 2015).

A atividade de campo realizada se inseriu, portanto, em um contexto de atividade não-formal. Nela, os alunos tocaram, sentiram, mediram, observaram e perceberam o ambiente para obter as respostas. Isto é, inseriram-se numa proposta de ressignificação da condição terrena e em uma outra perspectiva de ensino: mais ativa, sensível e investigativa (MORIN, 2001). Em coerência com os princípios da Educação Ambiental (que aborda o tema transversal “Meio Ambiente”) preconizados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), é apontada a necessidade de repensar a relação homem-natureza, tirando este da sua posição alheia para colocá-lo em posição inerente. Desta forma, através do conhecimento do conjunto das relações na natureza esta ressignificação pode ocorrer e impactar diretamente as decisões coletivas e proposição de soluções sobre problemas ambientais (BRASIL, 1998).

Em seu trabalho, Seniciato & Cavassan (2004) analisaram as impressões e sentimentos despertados em alunos do Ensino Fundamental em aulas de Ecologia em campo. Eles notaram que tal contexto favoreceu a manifestação de sensações como o reconhecimento de cores, formas, odores, texturas e condições abióticas, como vento e calor. Os autores acreditam que tal contato favoreceu a construção de afetividade, auxiliando na aprendizagem, pois os alunos “percorrem outros aspectos da condição humana, além da razão, para compreenderem os fenômenos” (SENICIATO & CAVASSAN, 2004, p. 13). O estudo ainda constatou que houve um aumento na indicação de respostas consideradas mais próximas dos conceitos científicos vigentes e os autores atribuíram tal fator à uma abordagem menos fragmentada, proporcionada pelo contexto de espaço natural, onde os processos se apresentam de forma integrada. Ou seja, as aulas

de campo se colocam como uma ferramenta para superação da fragmentação dos conteúdos (*op. citem*).

Quando os alunos de um dos grupos se sentiam perdidos e desestimulados, em determinado momento da AP2, a coordenadora da atividade aproximou-se e perguntou qual era o motivo da quietude. Os alunos então relataram que, no percurso lógico de seus raciocínios, não conseguiam achar resposta para a pergunta “como é o padrão de cobertura da grama?”. Então, ao se aproximar mais dos alunos, que estavam sentados em conformação de roda e voltados para o interior do círculo, começou a girar seus troncos e voltar vossos olhares para fora do círculo. Então, ao olhar para o ambiente que os cercava, instantaneamente os alunos bradaram, com ânimo: “é diferente!” “depende de quanto sol bate!”.

Cabe ressaltar que a posição dos educadores em espaços como estes fazem toda a diferença para o processo pedagógico. Caso a pedagogia bancária se replique nos espaços não-formais, grande parte do seu diferencial perde sentido. Portanto, é importante que os educadores não forneçam respostas fáceis e rápidas, tendo em mente que os fenômenos já existem na natureza, cabe aos verdadeiros autores deste processo, tentar interpretá-la através da ciência.

As plantas como protagonistas

Bitencourt (2013) analisou 1302 publicações em sete principais periódicos sobre Ensino de Ciências do Brasil e constatou apenas seis artigos da área de Ensino de Botânica, totalizando 0,46% da produção científica. Tal alarme sobre a negligência do tema soa quando se compreende a importância da aproximação dos indivíduos com as plantas.

Ao destacar em demasiado as importâncias econômicas e alimentar das plantas, as abordagens culturais e relações ecológicas ficam em segundo plano. Esta visão utilitarista se firma no desconhecimento destas abordagens (BITENCOURT, 2013) e tem consequências tanto na vida escola quanto da sociedade como um todo. O mesmo estudo aplicou uma proposta didática a alunos do Ensino Médio e, após a introdução de diversos temas de Botânica sob uma perspectiva CTS, observou uma desmistificação do antropocentrismo e utilitarismo em relação ao grupo das plantas, mostrando que é possível superar tal apagamento com estratégias inovadoras e perspectivas de ensino construtivistas.

Salatino & Buckeridge (2013) indicam as atividades de campo e laboratório com plantas como uma meta de curto e médio prazo para superação da cegueira botânica. A priorização do estudo das plantas no presente trabalho e a alcunha frequentemente reproduzida, durante a atividade, nas falas dos alunos de que as “plantas são adaptadas” reforçava constantemente este olhar diferenciado para as plantas, que saíram da posição de coadjuvantes em uma paisagem e emergiram para o protagonismo do estudo destes alunos.

O fato dos alunos mensurarem, observarem atentamente, tocarem nos detalhes, perceberem as minúcias e sentirem o calor, o vento, a luz do ambiente, *i.e.*, a experiência sensitiva, foi responsável pela construção de uma conexão entre os sujeitos, o ambiente e as plantas. A sensibilidade, assim como afetividade, o encantamento, a beleza e o amor são elementos importantes para estabelecer a ligação entre natureza, ciência e sociedade através da educação (ALVES, 2008). Além de auxiliar na própria aprendizagem dos conteúdos (SENICIATO & CAVASSAN, 2004), as emoções positivas constroem indivíduos mais aptos a interagir positivamente no coletivo. Ajudar a construir uma escola que trabalhe tais aspectos nos alunos parece ser um bom caminho na superação de diversos problemas oriundos da má interação dos indivíduos dentro da natureza e a sociedade.

As plantas não são uma mera paisagem ou simplesmente alimento para animais. São seres dinâmicos, que possuem cheiro, cor e vida (SALATINO & BUCKERIDGE, 2016). Além disso, prestam diversos serviços ecossistêmicos e possuem um papel fundamental para a vida como conhecemos: transformam carbono inorgânico em carbono orgânico, capaz de constituir biomassa de todos os seres vivos (BEGON, 2006). Isto é, o processo de fotossíntese alimenta direta ou indiretamente a maioria das formas de vida na Terra (REECE, et al., 2015). O desmatamento, as queimadas e todas as ações antrópicas que promovem desequilíbrios ambientais capazes de alterar esta função devem ser criticamente encaradas nesta sociedade. E estas decisões dependem não só de uma utilização da ciência mais difusa pela sociedade, mas de laços afetivos firmes com o mundo natural. A consciência terrena passa por tal processo, onde as pessoas possam se reconhecer como parte da natureza e compreendam a sua complexidade, respeitando-a (MORIN, 2001).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível observar o desenvolvimento de diversas competências e construções conceituais, metodológicas e afetivas durante a aplicação desta atividade; entretanto, reforça-se a necessidade de que a alfabetização científica seja um trabalho contínuo, não apenas pontual. Levando em consideração que são raras as situações em que os alunos podem (i) compreender como a ciência produz conhecimento e quais são os objetos e metodologias da área de Ecologia Vegetal (MOTOKANE, 2015), (ii) ter oportunidade de vivenciar o trabalho de campo e (iii) desenvolver uma experiência sensível com relação às plantas, a atividade representou uma vivência importante para a formação científica e crítica dos alunos.

Para a equipe pedagógica, constituída por professores em formação, aplicar tal atividade foi muito construtiva, pois foi possível reunir no conjunto de planejamento, aplicação, autocrítica e análise dos alunos, a práxis pedagógica que muitas vezes fica em segundo plano na formação docente.

Em relação à estrutura da atividade, tanto a conformação de grupo quanto a escolha de um ambiente não-formal e o protagonismo da Ecologia Vegetal foram estrategicamente inseridos de acordo com a proposta. Apresentaram um retorno positivo na construção pedagógica crítica e humana e contribuíram para a sensibilização ambiental dos alunos submetidos à atividade. Além disso, observar as dificuldades apresentadas pelos alunos é de suma importância para traçar novas estratégias e modificar as perspectivas para aperfeiçoar o Ensino de Ciências e Biologia, na direção de um ensino mais completo e democrático.

Em meio a todos os aspectos que foram desenvolvidos para a sociedade através da ciência (e.g. medicamentos, habitação, alimentos, comunicações), existem facetas perversas como edições genéticas para fins puramente mercantis ou a síntese laboratorial de pesticidas. Contribuir para a compreensão dos procedimentos científicos e valores humanos que permitam aos estudantes formarem-se tomadores de decisão e perceber tanto a parte da ciência na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e as possíveis consequências negativas de seu desenvolvimento são objetivos importantes da alfabetização científica (CHASSOT, 2003).

A ciência se fundamenta na idealização, no desejo, no sonho. Mostrar para os jovens que é possível transformar a realidade através da ciência pode ser um importante

incentivo para mantê-los comprometidos com o seu aprendizado e talvez seja um dos mais cruciais papéis do professor neste processo.

Os saberes são navios; não se constroem sem saberes e ciência. Mas os navios não são fins em si mesmos. Navios existem por causa das viagens. Antes que o navio fosse pensado e construído, hoje o sonho de uma terra a que se chegar. O sonho de cruzar os mares precede a ciência de construir navios. A ciência existe por causa do sonho (ALVES, 2010, p. 145).

As aulas ou sequências didáticas que propõem investigação, construção de hipóteses, discussões, análises críticas, reflexões constituem estratégias de educação científica. A utilização de estratégias diversificadas auxilia o desenvolvimento de habilidades também variadas, e não apenas as instrumentais (*i.e.*, “saber fazer”) supervalorizadas na escola tradicional. Estas alternativas se colocam como oportunidades para os professores resinificarem também a própria atuação a fim de estimular mais a autonomia discente, substituindo progressivamente as situações evidentemente controladas (BERBEL, 2012). Por estes caminhos, a alfabetização científica traça projeções mais ambiciosas, como a de formar indivíduos mais participativos e potenciais transformadores sociais. Desse modo, chamar atenção para a beleza, gerar encantamento e encontrar ali o interesse por conhecer a natureza são os processos primários para formar cuidadores do planeta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. *Do universo à jabuticaba*, São Paulo: Planeta do Brasil, 2010.

_____. *Filosofia da Ciência: introdução ao jogo e a suas regras*, São Paulo: Loyola, 12. ed., 2007. p. 9-37.

_____. *Ostra feliz não faz pérola*. São Paulo: Planeta do Brasil, 2008.

AYRES, M., AYRES JÚNIOR, M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.A. *BIOESTAT - Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Ong Mamiraua, Belém. 2007.

BARBOUR, I. *Quando a ciência encontra a religião: inimigas, estranhas ou parceiras?* São Paulo: Cultrix. 2004. 224 p.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2012.

BITENCOURT, I. M. *A botânica no ensino médio: análise de uma proposta didática baseada na abordagem CTS*. Bahia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2013. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Educação Científica e Formação de Professores do Programa de pós-graduação).

BRASIL. Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961. *Fixa as diretrizes e bases da educação nacional*. Lei de Diretrizes e Bases da Educação-LDB. Brasília, DF, 1961.

_____. Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971. *Fixa diretrizes e bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências*. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF, 1971. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5692.htm>. Acesso em 10 jun. 2017.

_____. *Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências Naturais*. Ensino Fundamental, Terceiro e quarto ciclos, Brasília: MEC/SEF, 1998, 138p.

_____. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEF, 2000, 119p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em 10 jun 2017.

CAMPOS, C. R. *Aulas de campo para a alfabetização científica: práticas pedagógicas escolares*. Série Pesquisas em Educação em Ciências e Matemática. Carlos Roberto Pires Campos (Org.) Volume 06. Editora Ifes. 2015.

CAZELLI, S. *Alfabetização científica e os museus interativos de ciência*. Rio de Janeiro, Departamento de Educação: PUC/RJ, 1992, Dissertação de Mestrado.

CHALMERS, A. F. *O que é a ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1993. 210p.

CHASSOT, A. I. *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*. 7ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2016, 344p.

_____. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro: ANPED; Campinas: Autores Associados, n. 22, p. 89-100, jan./abr. 2003.

_____. *Sete escritos sobre educação e ciência*. São Paulo: Cortez, 2008, 295p.

CHIBENI, S. S. *Algumas observações sobre o método científico*. Departamento de Filosofia – Unicamp. São Paulo, 2006.

CNPq. *Principais dimensões - Número de instituições, grupos, pesquisadores e pesquisadores doutores*. Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil. 2017. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/web/dgp/principais-dimensoes>>. Acesso em: 05 set 2017.

COSTA, F. N. *Estratégias de Ensino-Aprendizagem de Ciências no Ensino Fundamental I para o Início da Alfabetização e Letramento Científico e Atuação Na ZDP*. 2016. 198p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2016.

FAHL, D. D. *Modelos de Educação Escolar em Ciências*. In Marcas do ensino escolar de Ciências presentes em Museus e Centros de Ciências. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003.

FONSECA, L. C. S.; DAMASCENO, A. R. *Ciência e Religião: Possibilidades de Diálogo na Educação em Ciências*. Revista da SBEnBIO, v. 9, p. 7749-7760, 2017.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. 24ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

_____. *Pedagogia do Oprimido*, 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. FREIRE, A. M. de A. (Org.). *Pedagogia dos sonhos possíveis*. São Paulo: UNESP, 2001.

GASPAR, E. P. *Um mundo vegetal que a evolução esqueceu segundo os livros didáticos* [Trabalho de Conclusão de Curso]. Seropédica, RJ. 2017.

HAZEN, R. M.; TREFIL, J. *Saber ciência*. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1995

LAYRARGUES, P. P. *Muito além da natureza: educação ambiental e reprodução social*. In: LOUREIRO, C. F. B; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. *Pensamento Complexo, Dialética e Educação Ambiental*. São Paulo: Cortez, 2006. p. 72-103.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D., *Alfabetização científica no contexto das séries iniciais*. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v.3, n.1, 37-50, março, 2001.

LUCKESI, C. C. *Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições*. São Paulo: Cortez, 1996. p. 85-101.

MARCHELLI, P. S. *Da LDB 4.024/61 ao debate contemporâneo sobre as bases curriculares nacionais*. Revista Científica e-Curriculum, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 1480-1511, 2014.

MILLER, J. D. *Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review*. Daedalus, vol. 112, no. 2, 1983, pp. 29–48.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). *Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização, sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira*. Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília. 2002.

MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: UNESCO, Editora Cortez, 2001. 118p.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 155-137, 2015.

NOGUEIRA, V.S.; SANTOS, N.D. *Sexualidade de Plantas em Livros Didáticos e a Base Nacional Comum Curricular do Ensino Fundamental*. In: Anais do VII EREBIO RJ/ES - VII Encontro Regional de Ensino de Biologia RJ/ES. Rio de Janeiro – RJ. 2017.

- POPPER, K. *Conjeturas e Refutações*. Conferência proferida em Peterhouse, Cambridge, em 1953. Disponível em: <<http://philosophyfaculty.ucsd.edu/faculty/rarneson/Courses/popperphil1.pdf>>. Acesso em: 27 set 2017.
- REECE, J. B; URRY, L. A.; CAIN, M. L; WASSERMANN, S. A; MINORSKY, P. V; JACKSON, R. B. *Biologia de Campbell*. 10ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.
- RÉGNIER, Jean-Claude. A AUTO-AVALIAÇÃO NA PRÁTICA PEDAGÓGICA. *Revista Diálogo Educacional*, [S.l.], v. 3, n. 6, p. 53-68, jul. 2017.
- RIBEIRO, E. A. G; PUNHAGUI, G. C.; SOUZA, N. A. de. Autoavaliação x autonotação – aproximações e afastamentos na formação de professores autorregulados. *Educação (UFMS)*, Santa Maria, p. 403-414, jun. 2014. ISSN 1984-6444.
- RIO DE JANEIRO. *Currículo Mínimo. Ciências e Biologia*. Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro. 2012. Rio de Janeiro, 2012 Disponível em: <http://www.conexaoescola.rj.gov.br/curriculo-basico/ciencias-biologia>. Acesso em: 25 de setembro de 2017.
- ROBINSON, W. P; TAYLER, C. A. *Auto-estima, desinteresse e insucesso escolar em alunos da Escola Secundária*. *Análise Psicológica*, 5 (1), 105-113. 1986.
- ROSA, C.A.P. *História da Ciência: da Antiguidade ao Renascimento científico*. 2ª ed. Brasília: FUNAG, v.I, 2012, 469p.
- ROTH, W.M; LEE, S. Science education as/for participation in the community. *Science Education*, v. 88, n. 2, p. 263-291, 2004.
- SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. “Mas de que te serve saber botânica?”. *Estudos Avançados*, v.30, n.87, p. 177-196, 2016.
- SANTOS, B. S. *Introdução a uma Ciência Pós-Moderna*. 5ª ed, Porto: Edições Afrontamento. 1998.
- SANTOS N. D.; SILVA, N. F.; OLIVEIRA, T. P. O que ensinamos sobre as primeiras plantas terrestres: análise de livros didáticos do ensino médio. *Pesquisas, Botânica*, v.67, p.319-334, 2015.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-550, 2007.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 109-131, mar. 2008. ISSN 1982-5153.
- SASSERON, L. H. *Fundamentos Teórico- Metodológico para o Ensino de Ciências: a Sala de Aula*. Eixos Estruturantes e Indicadores da Alfabetização Científica. Licenciatura em Ciências – USP/Univesp. – Mod 7, 2010, pp. 50 -65.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Ações e indicadores da construção do argumento em aula de Ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 15, n. 2, 2013.

_____. *Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica*. Investigações em Ensino de Ciências – V16(1), 2011, pp. 59-77.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. *Alfabetização Científica na Prática: Inovando a Forma de Ensinar Física*. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2017, 87p.

SCHOEREDER, J.H.; RIBAS, C.R.; CAMPOS, R.B.F.; SPERBER, C.F. *Práticas em Ecologia: incentivando a aprendizagem ativa*. 1ª ed. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. 128p.

SENICIATO, T; CAVASSAN, O. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências: um estudo com alunos do ensino fundamental. *Ciênc. educ. (Bauru)*. 2004, vol.10, n.1, pp.133-147.

SILVA, B. M. da; CAIXETA, M. B; SANTOS, M. L. D; SANTOS, D. G. T; WENCESLAU, P, R, S; DE PAULA, B. H. R; PEREIRA, L. M. R. O ensino das interações ecológicas no cerrado e a alfabetização científica: uma proposta de sequência didática investigativa. In: VI Enebio e VIII Erebio Regional 3. *Revista da SBEnBio*, n. 9, 2016.

SILVA, M. N. *A educação ambiental na sociedade atual e sua abordagem no ambiente escolar*. In: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XV, n. 99, abr 2012.

SOUZA, D. D. D., & ARROIO, A. Construção de argumentos escritos: a influência da metodologia de ensino e do gênero do discurso. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18(2), 283-297. 2016.

TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V. *Dinâmicas de ensino e aprendizagem em espaços não formais*. Educação em espaços não-formais e divulgação científica. In: Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Aguas de Lindóia: SP, 2015.

UNEP. *Global Strategy for Plant Conservation*. COP Decision VI/9. CBD Secretariat, Montreal. 2002.

WARD, H. RODEN, J. HEWLETT, C. FOREMAN, J. *Ensino de ciências*. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 224p.

ANEXOS

ANEXO 1 – FORMULÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO DE GRUPO

AUTOAVALIAÇÃO DE GRUPO

Atribuem notas de no mínimo 1 e no máximo 10 de acordo com o quanto vocês concordam com determinada afirmação.

NOME DO GRUPO: _____

PERGUNTAS	NOTAS
Participamos das discussões anteriores à atividade prática?	
Conseguimos socializar entre o grupo as ideias que tivemos?	
Conseguimos entender quais variáveis ambientais faziam parte da nossa investigação?	
Conseguimos levantar hipóteses que pudessem explicar nossa problemática?	
Conseguimos pensar quais fatores da vida da planta tínhamos que levar em conta de acordo com a nossa hipótese?	
Conseguimos chegar a uma conclusão em relação à hipótese inicial?	
Conseguimos fazer os colegas entenderem bem os resultados que tiramos das nossas observações?	
Lidamos bem com os questionamentos feitos pelos outros?	
Ficamos satisfeitos com o desempenho do grupo?	
Compreendemos as plantas como seres dinâmicos , que interagem constantemente com o meio ambiente?	

Qualquer consideração a fazer sobre a atuação do grupo ou sobre a atividade no geral?

ANEXO 2 – PARÂMETROS PARA ATRIBUIÇÃO DE NOTAS AOS ROTEIROS DE TRABALHO

Esperado	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
Pergunta	“Qual o principal “fator limitante” que atua sobre o padrão de cobertura da grama?”	“Considerando a morfologia da folha, quais fatores ambientais são limitantes para a ocorrência dessas espécies?”	“Considerando a arquitetura da árvore, quais estratégias as plantas de ambientes frios apresentam para superar os fatores limitantes do ambiente?”
Premissas	- As plantas necessitam de luz; - Copas de árvores limitam a entrada de luz;	- A principal diferença nas condições é temperatura e disponibilidade hídrica”; - A folha se relaciona na dinâmica hídrica da planta.	- A principal diferença nas condições é temperatura e disponibilidade hídrica”; - A folha se relaciona com a dinâmica hídrica da planta. - O formato da copa se relaciona com o acúmulo de neve;
Hipóteses	O padrão de grama é alterado pela quantidade de luz disponível.	A disponibilidade hídrica terá relação direta com a morfologia da folha.	O tamanho menor da folha e formato triangular da copa são estratégias para ambientes temperados
Previsão	Quanto mais luz solar, mais densa é a grama.	Quanto mais seco o ambiente, menor a superfície foliar.	No ambiente temperado, a copa é mais triangulada e as folhas são mais finas.
	1) Operacionalização da hipótese; 2) Representação gráfica das hipóteses		
Metodologia	1) Ideia de esforço amostral; 2) Descrição da Metodologia; 3) Medição apropriada ao objetivo metodológico estabelecido.		
Resultados	1) Devem ser confrontados com a previsão; 2) devem ser fruto direto da metodologia.		
Conclusões	Devem responder à pergunta inicial		

ANEXO 3 – CADERNETA DE CAMPO (PARTES TEÓRICAS)

AULA PRÁTICA DE BIOLOGIA

JARDIM BOTÂNICO – UFRRJ

PARTE I - OS MÉTODOS CIENTÍFICOS

O objetivo desta aula prática é que, além de compreender algumas questões sobre a relação das plantas com o ambiente, entremos um pouco no mundo científico e nas formas como a ciência obtém as respostas para as suas perguntas. O conhecimento científico se diferencia dos outros (religioso, senso comum, etc.) principalmente pela existência de um método bem definido, que é dotado de algumas fases para ser executado e conseguir produzir um conhecimento com algum embasamento lógico. Na verdade, o método científico pode e deve ser utilizado inclusive no seu dia-a-dia para resolver problemas dos mais simples até os mais complexos. Esta metodologia, apesar de parecer, não é algo rígido e muito menos unificado. Ela respeita sempre a lógica, sim, mas pode variar de elementos dependendo do seu objeto de estudo. Aqui, vamos apresentar dois métodos a vocês: o **indutivo** e o **dedutivo**.

i) O método **indutivo**: vamos supor que você esteja curioso sobre a cor da penugem de urubus. Todos os urubus que você conhece ou já viu desde criança são pretos. Ai, você passa a prestar mais atenção e continua observando a cor dos urubus por um determinado tempo. Então você conclui que, se todos os urubus já observados ao longo de diversos anos são pretos, todos os urubus são pretos. É algo razoável de se pensar, e, na medida em que você vai observando por mais e mais tempo, se torna cada vez mais razoável acreditar que de fato todos os urubus são pretos, correto? Isto acontece porque quanto maior o número de urubus observados, maior a força indutiva do seu argumento.

Então, o que ocorreu é que você passou de informações que você obteve através de observação para uma conclusão que não está baseada em uma observação,

Página 1.

	MÉTODO DEDUTIVO	MÉTODO INDUTIVO
Se... [Premissas]	Todo mamífero tem um coração Todos os cães são mamíferos	Todos os cães observados tinham um coração
... Então [Hipótese]	Todos os cães têm um coração	
Base Lógica	Se todas as minhas premissas são verdadeiras, a conclusão deve ser verdadeira.	Se a premissa é verdadeira, a conclusão pode ser verdadeira ou não.

Observamos, então, que tanto o método indutivo quanto o dedutivo fundamentam-se em premissas, que nada mais são do que afirmações que você admite serem verdadeiras para formular sua hipótese. Mas, se no dedutivo, premissas verdadeiras levam inevitavelmente à conclusão verdadeira, no indutivo, conduzem apenas a conclusões prováveis.

No exemplo de dedução, as afirmações de que todo mamífero tem um coração e todos os cães são mamíferos são informações gerais, usadas para gerar uma conclusão específica sobre cada um dos cães que você foi observar/analisar. Já no método indutivo, você observou diversos cães, isto é, teve informações sobre cada indivíduo e generalizou para todo o universo de cães. Por isso, a dedução particulariza indo do geral para o particular; e a indução generaliza, indo de informações particulares para uma conclusão geral. Quando tratamos de estudos na área da biologia, o método dedutivo é o mais comumente utilizado, sendo este o que vamos explorar melhor daqui em diante.



Página 2.

mas em uma conclusão generalizada. Isto é bem claro, porque quando você induz que todos os urubus são pretos, você está assumindo que não viu todos os urubus que existem, mas observou uma quantidade suficientemente grande para assumir que todos seguem o mesmo padrão. Esta forma de pensar parte de afirmações particulares para uma afirmação geral, e isto acaba sendo útil quando não temos muitas informações sobre o nosso objeto de pesquisa, por exemplo. Resumindo, considere estes três elementos fundamentais para o processo de indução:

- observe um fenômeno e interprete o fato observado (Ex.: cobre conduz energia, zinco conduz energia, cobalto conduz energia e ferro conduz energia);
- descubra a relação entre as observações, isto é, encontre o ponto em comum entre todos os fenômenos (Ex.: todos os elementos observados são metais);
- generalize a relação, baseado na ideia de que nas mesmas circunstâncias, as mesmas causas produzem os mesmos efeitos (Ex: Então, todos os metais conduzem energia).

Claro, existe um detalhe no qual devemos ficar muito atentos quando estamos trabalhando com o método indutivo: a **negação**. No exemplo dos urubus - colocado no início do texto- caso algum dia seja encontrado um urubu pardo, azul, marrom ou de qualquer outra cor que não preto, a sua generalização se torna inválida, concorda? Isto torna naturalmente a indução um processo de raciocínio que deve ser usado com muita precaução e atenção, já que nenhuma quantidade de observações te dará a certeza de uma regra geral totalmente verdadeira.

ii) O método **dedutivo** faz o caminho oposto ao método indutivo. Enquanto o indutivo, parte de casos específicos para chegar numa afirmação geral, o dedutivo utiliza premissas gerais para explicar casos específicos. Observe como a mesma hipótese pode ser formulada através do método indutivo e do dedutivo, mas como o processo de premissas é diferente:

AS PERGUNTAS Onde a ciência começa

O ponto inicial da ciência pode ser tanto pela a observação de algum fato que te espante, encante e/ou te faça refletir. Todos temos alguma área ou campo do conhecimento que nos fascina, e aí é mais fácil imaginar, dentro desses temas, as curiosidades que temos e o desejo em descobrir as respostas. Pois então, isto é o mais prioritário: a dúvida e o desejo de encontrar respostas para ela! A ciência nasce do espanto ou do encanto e ambos geram dúvidas. Então, quando algo te intriga ou fascinar, **faça uma pergunta!**

Parece fácil, não é? Bem, talvez fazer uma pergunta seja uma tarefa fácil, mas uma boa pergunta pode ser mais complicada. Devemos nos ater a dois pontos principais: o primeiro é elaborar uma **pergunta respondível**, isto é, ela não pode ser algo que seja impossível de se responder (ex.: *as árvores têm alma?*), nem coisas que induzam a pensamentos circulares (ex.: *o biscoito vende mais porque é fresquinho ou é fresquinho porque vende mais?*), nem perguntas que se resumam a responder "sim" ou "não" (ex.: *os pássaros dispersam sementes de árvores frutíferas?*). Em vez disso, seria melhor perguntar: *como os pássaros se relacionam com a dispersão das sementes de árvores frutíferas?* "E utilizar a função de dispersão como uma das hipóteses, mas vamos ver isso daqui a pouco). O segundo ponto é que a pergunta precisa ser o mais **objetiva e simples** possível. Ficar dando voltas na pergunta dificulta que ela seja respondida por você e que fique claro para quem vai ler o seu trabalho qual foi de fato a sua questão.

AS PREMISSAS E AS HIPÓTESES Onde a ciência se fundamenta

Você tem uma pergunta sobre determinado assunto. Tudo que você já leu em artigos, revistas, jornais, livros, viu em documentários, aprendeu na escola ou em outro local, formam o seu arcabouço teórico sobre o assunto. Em cima de tudo isso que você já teve contato, ao longo de toda sua vida, você estabeleceu diversas premissas sobre o assunto. Como já dissemos antes, as premissas são

informações que você considera como verdadeiras para elaborar uma hipótese, usando a lógica. A hipótese é a resposta para a sua pergunta, ou seja, aquela afirmação que você conclui logicamente a partir das suas premissas. Perceba:

Premissas (P) [Se...]	[... Então] Hipótese (H)
P1: Os seres humanos são mortais; P2: João é um ser humano.	H: João é mortal

Agora, como as hipóteses são conclusões lógicas a partir das premissas, se você assume alguma premissa errada como certa isso vai levar a uma construção lógica da hipótese também incorreta, como podemos ver abaixo:

Premissas (P)	Hipótese (H)
P1: Nem todos os seres humanos são mortais; P2: João é um ser humano.	H: João pode ou não ser mortal

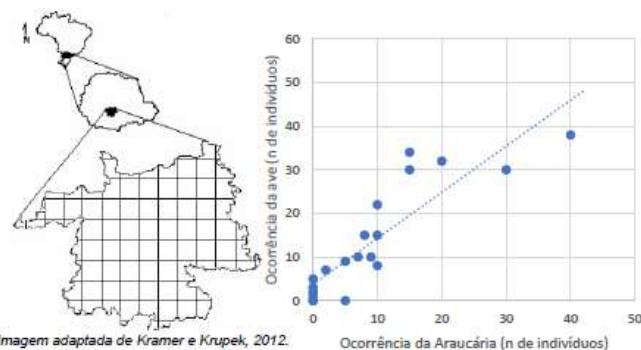
Aqui você assumiu que "Nem todos os seres humanos são mortais" como uma premissa, mas esta é uma informação irreal; isto levou a uma formulação de uma hipótese também errada.

AS PREVISÕES Onde a hipótese se materializa

Você já tem a sua pergunta e a hipótese, a que você acredita ser a resposta correta baseando-se no que é conhecido sobre o assunto. Algo que os cientistas fazem comumente depois de formular a hipótese é transformá-la em esquemas, mapas e gráficos para mostrar visualmente como exatamente eles imaginam que seus resultados vão ser, a partir da hipótese de trabalho. A seguir, vamos dar um exemplo com tudo que já vimos até então:

- *"Nasci e cresci em Guarapuava, no Paraná, local onde tem grandes florestas de araucárias. Um dia, quando estava caminhando, percebi que havia algumas araucárias bem jovens em*

Página 3.



Em cada um dos quadrantes foi feita uma contagem do número de indivíduos de araucária e de gralha-azul, gerando o gráfico de dispersão acima. Nele é possível entender bem qual é a previsão do estudo: quanto maior for a ocorrência de gralhas azuis, maior será a ocorrência de araucárias!

Em resumo, graficar a sua hipótese, isto é, ter uma previsão, é importante para comparar com os seus posteriores resultados, além de ajudar a imaginar que tipo de dados serão necessários coletar para confirmar sua hipótese, então sempre que possível, faça!

METODOLOGIA Onde a ciência é executada

O grande filósofo Karl Popper dizia que a ciência é objetiva porque os cientistas submetem as teorias ou hipóteses a testes. Estes testes podem ser feitos de diversas formas. Isto é o que conhecemos como a metodologia do trabalho científico, ou seja, qual instrumento ou caminho seguiremos para testar nossa

Página 4.

um local distante de onde elas normalmente se concentravam e isso me intrigou. Resolvi prestar bastante atenção, para ver se algo me dava mais alguma pista sobre o que poderia ter acontecido para aquelas plantas terem nascido ali. Percebi, então, que havia uma ave azul e preta muito comum aqui na região, chamada gralha azul. Com isso, surgiu-me a suspeita de que ele poderia estar trazendo as sementes da planta para aquele local!"

Pergunta	Como a gralha azul se relaciona com a dispersão das araucárias?
Premissas [Se...]	I) A gralha azul se alimenta de pinhões;
	II) A gralha azul estoca pinhões no solo, para comer depois;
	III) O pinhão é a semente da araucária;
	IV) A semente abriga um embrião no seu interior, podendo germinar e gerar uma nova planta;
	V) Os pássaros têm uma facilidade de deslocamento, pois voam, atingindo um grande raio de alcance;
	VI) As sementes da araucária não conseguem ser carregadas pelo vento.
Hipótese [... Então]	A gralha azul é um vetor de dispersão da araucária a média e longa distância.
Previsão	Existência de uma correlação positiva entre a ocorrência das gralhas azuis e das araucárias.

É possível "graficar" essa previsão através de um mapa ou de um gráfico! No desenho da página seguinte está a cidade de Guarapuava dividida em quadriculas. A previsão é de que quanto maior for a quantidade de ave nas quadriculas, maior será a quantidade de araucárias. O gráfico a seguir apresenta, portanto, uma previsão da nossa hipótese:

hipótese e descobrir se ela se confirma ou não? A idealização da metodologia da sua pesquisa depende diretamente da sua hipótese inicial, então você deve sempre se perguntar se ela é suficientemente adequada para testar sua hipótese. No exemplo que demos acima, seria interessante que fosse feita uma análise da distribuição espacial da espécie de ave e da planta, mas a forma como isso será feito varia dentro das suas possibilidades de tempo, deslocamento, recursos, etc. Poderia ser realizado um monitoramento do pássaro, colocando rastreadores, câmeras de vídeo fixadas em diversos pontos, poderíamos coletar dados geográficos de bancos de dados online ou de museus e herbários, ou fazer trilhas contemplativas, para ir tomando nota da presença do pássaro e da planta em diversos locais, dentre outros.

Além disso, ainda ficaria ao seu critério fatores como: quantidade de localidades monitoradas, quantidade de dias e tipo de equipamento. Claro que mais áreas observadas, mais dados coletados, mais dias investidos gerarão dados mais confiáveis. Geralmente existe um número mínimo estabelecido pelos cientistas para conseguir um bom esforço amostral. Além disso, é importante estar atento às variáveis que podem acabar interferindo nos seus resultados, isto é, eventos que não são alvo do seu estudo, mas que podem estar influenciando o seu resultado. Caso não seja possível anular estas variáveis (como a gente consegue muitas vezes em laboratório), o ideal é considerar elas na sua análise, medindo a influência que elas podem exercer e considerando elas nas suas análises também. Então, a metodologia tem que ser bem pensada e a melhor forma de garantir isso seria através de bastante conhecimento sobre o tema, o que pode ser exercitado com de leituras de pesquisas realizadas por outros cientistas [o que é conhecido como "Pesquisa Bibliográfica"].

Alguns bons locais para realizar pesquisas bibliográficas na internet são o Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/>) e o SciELO (<http://www.scielo.br/?lng=pt>).

RESULTADOS

Onde a ciência não acaba

Muito bem, agora que você obteve resultados produzidos através da sua metodologia, é hora de comparar com a sua previsão e hipótese, para verificar se o que você esperava se confirmou ou não. É muito comum as pessoas acharem que quando a hipótese não se confirma, o experimento não foi útil, mas na verdade é o oposto. O processo científico nunca tem fim, pois todas as informações que produzimos podem ser [e são] contestadas, revistas e utilizadas para avançar ainda mais na compreensão dos fenômenos naturais.

Caso nossa hipótese não se confirme, três coisas podem ter acontecido:

- Você utilizou premissas erradas, isto é, alguma informação que você considerou pode não ser totalmente verdadeira.
- Você utilizou uma metodologia inadequada/insuficiente, isto é, pode não ter considerado alguma variável, teve um número insuficiente de repetições ou qualquer outro problema relacionado com a forma como você colocou sua hipótese à prova.

E se você tem convicção que não se trata do primeiro nem do segundo ponto, considere que a resposta pode ser realmente negativa, e isso também é produzir conhecimento! No exemplo da gralha azul, a hipótese não se confirmar, significa que a afirmação "A gralha azul é um vetor de dispersão da araucária" não é verdadeira e isso também pode ser usado como premissa e/ou base para futuras pesquisas no tema!

PARTE II - ECOLOGIA: PLANTAS E AMBIENTE

A ecologia é o estudo das interações dos seres vivos entre si e com o ambiente e da forma como estas interações podem alterar a distribuição e abundância das espécies. Os seres vivos estão em constante interação uns com os

Página 5.



Imagem retirada de <http://biologianet.uol.com.br/botanica/plantas-epifitas.htm>

investir muita energia em seu crescimento em altura. Claro que, sendo esta uma adaptação evolutiva, estamos falando de uma escala de tempo grande, isto é: centenas, milhares de anos ou mais. No resumo, é vital que os seres vivos apresentem estratégias adaptativas para sobreviver a condições adversas e diminuir as pressões seletivas. Isso nada mais é do que uma consequência da evolução!

LIMITES DE TOLERÂNCIA

Vamos entender os fatores limitantes como aqueles recursos e/ou condições que caso estejam presentes ou ausentes podem afetar a presença ou permanência de uma determinada espécie em determinado local. Cada fator

Página 6.

outros, mas isto pode se dar de forma positiva, produzindo algum benefício a pelo menos uma das duas partes (Ex.: Entre o peixe palhaço e a anêmona) ou negativa, produzindo algum malefício para pelo menos uma das duas partes (Ex.: Entre a tênia e o ser humano). Vamos imaginar o seguinte: existem duas espécies de primatas que se alimentam exclusivamente do mesmo recurso: folhas de mamoeiro. Evidentemente, estas espécies estão interagindo de uma forma direta, pois tanto os dois primatas estão competindo pelo recurso alimentar, como partes dos mamoeiros estão sendo consumidas pelos animais, o que traz alguns prejuízos à planta. Tanto a competição quanto a herbivoria representadas na situação acima são interações bióticas negativas, isto é, que ocorrem entre seres vivos (*lembre-se do prefixo bio, que significa vida*), mas existem também fatores abióticos (*lembre-se que o prefixo a- indica negação*), que influenciam a distribuição e abundância das espécies, como por exemplo, temperatura, umidade, quantidade de chuvas, luminosidade, dentre quaisquer outros fatores ambientais que possam representar condições ou recursos importantes para o estabelecimento e/ou sobrevivência das espécies.

Então, o que entendemos até agora é que existem diversos fatores que afetam a vida dos seres vivos, podendo favorecer ou dificultar processos como a alimentação, a reprodução, etc. Esses fatores que exercem pressão sobre a presença dos indivíduos em determinados locais são chamados de pressão seletiva.

Vamos dar um exemplo para que fique mais claro: uma planta necessita de luz para sobreviver, então a ausência de luz causa um estresse em seu metabolismo, já que a energia luminosa é necessária para que ela realize fotossíntese. Portanto, no caso de plantas pequenas -que ocorram no estrato inferior da floresta- que comecem a ser constantemente sombreadas é provável que isto se torne uma limitação à sua permanência em relação à luz disponível. Hoje, conhecemos plantas como as epífitas, que utilizam a estratégia de fixar-se em cima de árvores grandes para acessar uma quantidade maior de luz sem que precisem

limitante pode ser considerado como uma dimensão e, sendo assim, são muitas as dimensões que uma espécie precisa tolerar para sobreviver e se reproduzir, e isso representa seu nicho ecológico.

Recursos representam qualquer componente do ambiente (biótico ou abiótico) que pode ser consumido e potencialmente esgotado por determinado organismo. Uma vez utilizado, o recurso -ou uma fração dele- fica indisponível para os outros organismos até que o consumidor o libere e/ou morra. Condições, ao contrário dos recursos, não são consumidos ou esgotados pelos organismos (ex.: temperatura, umidade, pH, salinidade, etc.). Com base nessas informações, você diria que, para as plantas, a LUZ é recurso ou condição???

Todos os fatores que estudamos até então são fundamentais para entender as estratégias ecológicas e adaptações evolutivas que foram selecionadas pelo ambiente, pois forneceram aos indivíduos a capacidade de tolerar ou escapar dos estresses ambientais.

Partindo destes pressupostos, o problema científico que vamos trabalhar nesta atividade prática é: "Como o ambiente interfere na forma das plantas?" Isto é, de que maneira a forma da planta confere a ela alguma vantagem para sobreviver no ambiente? Vamos investigar algumas estratégias ecológicas das plantas que respondem a limitações que foram ou estão sendo impostas para elas. E já que se trata de uma investigação científica, não podemos esquecer-nos das fases que estudamos anteriormente, certo?

"Em algum lugar, alguma coisa incrível está esperando para ser descoberta" (Carl Sagan).

Boa atividade!

PARA SABER MAIS: 1) Rubem Alves – A Filosofia da Ciência; 2) Blog Sobrevivendo Na Ciência - <https://marcoarmello.wordpress.com/> 3) Blog Livre Pensamento - <https://livrepensamento.com>