Revista da Associação Brasileira de Ensino de Biologia – volume 10, número 1, Outubro de 2017 - ISSN 1982-1867

REnBio
revista de ensino de biologia - SBEnBio

revista de ensino de biologia

volume 10, número 1 - 2017

Desenvolvimento de material didático especializado de biologia para alunos deficientes visuais com foco no ensino médio

Educação ambiental e ensino de biologia: ações socioeducativas não-formais em São Paulo-SP

Atravessando os muros da universidade: As contribuições do evento "O que fazem o(a)s biólogo(a)s? Seguindo seus passos na história" na ampliação da percepção pública da ciência e a formação docente

Caráter pedagógico científico e artístico de modelos didáticos de flor e folha: percepção de atuais e futuros professores da educação básica

Uso de Questionário no processo de Ensino e Aprendizagem em Biologia

Influência do sistema afetivo-emocional no aprendizado: valores culturais e mitificação dos anfíbios anuros

A biologia nos periódicos brasileiros: um olhar histórico

A invenção do microscópio e o despertar do pensamento biológico: um ensaio sobre as marcas da tecnologia no desenvolvimento das ciências da vida

SBEnBio
Associação Brasileira
de Ensino de Biologia

revista de ensino de biologia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE BIOLOGIA (SBEnBio)

ISSN: 1982-1867

Volume 10, número 1

Ficha catalográfica elaborada sob orientação do
DePT da Biblioteca Central do Gragoatá (BCG) - UFF

Revista da SBEnBio- Associação Brasileira de Ensino de Biologia. v. 0 (2005 -) Niterói, RJ: SBEnBio, 2017

ISSN 1982-1867
Revista da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio), v.10, n. 1, 2017

Biologia e Ensino – Periódicos. I. Associação Brasileira de Ensino de Biologia

CDD – 574.05

outubro de 2017

Apresentação

É com grande alegria que lançamos o volume 10, número 1, da Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio – Associação Brasileira de Ensino de Biologia, número que marca o início da publicação de artigos submetidos à revista em regime de fluxo contínuo, aberto à comunidade de Ensino de Biologia.

Passamos, neste número, a contar com as seções de Relatos de Experiência, de Relatos de Pesquisa, de Ensaios e de Comunicações da comunidade SBEnBio. Os artigos aqui reunidos são provenientes de seis estados brasileiros, reforçando o caráter nacional de nossa Associação, contando com quatro relatos de pesquisa, três relatos de experiência e um ensaio - o que nos parece indicar que o movimento em direção à livre submissão de artigos está mantendo a identidade da REnBio no sentido de possibilitar a divulgação de pesquisas na área e, ao mesmo tempo, manter o espaço de diálogo com as escolas de Educação Básica.

A transição que estamos realizando, tanto no sentido de estabelecer os procedimentos de fluxo contínuo de submissões como no sentido de abrigar a revista no Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas (SEER), não tem sido um caminho fácil, muito embora seja muito rico e nos esteja legando um acúmulo de reflexões e conhecimentos inestimáveis.

Os critérios de avaliação que utilizamos foram construídos em um processo coletivo e cuidadoso, balizado pelos objetivos de manter a qualidade dos textos publicados, manter a revista como um dos espaços de construção da identidade do campo acadêmico do Ensino de Biologia, manter a interlocução com a comunidade escolar da Educação Básica e manter a coerência com os valores da SBEnBio, objetivos que já caracterizavam a fase anterior da REnBio.

Ao mesmo tempo, reunimos um novo grupo de avaliadores em nossa Comissão Científica, aos quais somos profundamente gratos, dado o grande aumento do número de avaliações necessárias para dar conta do novo projeto da revista, tarefa ainda mais exaustiva nos tempos atuais de sobrecarga de trabalho docente tanto na Educação Básica como no Ensino Superior.

Paralelamente, e não menos importante, desenvolvemos nesse período toda a estrutura técnica de hospedagem da revista no sistema eletrônico, o que incluiu a definição e

alimentação do sistema com todas as informações necessárias ao funcionamento do processo editorial – desde a configuração da revista, o cadastramento dos avaliadores e a elaboração dos instrumentos de comunicação, até a resolução de questões técnicas relativas ao funcionamento, hospedagem e manutenção do sistema.

Enfim, foi um longo caminho até aqui e ao mesmo tempo em que estamos muito felizes com a publicação deste número já estamos olhando para os próximos desafios que nos aguardam. A partir do fluxo já estabelecido, será necessário ampliar o corpo de avaliadores para possibilitar a manutenção da periodicidade prevista para esta fase, de modo a não sobrecarregar os avaliadores que têm colaborado com a revista.

Outra tarefa importante, agora que já temos a revista sendo publicada em seu novo formato, é buscar um esforço de divulgação por meio da indexação da REnBio em novas bases catalográficas para ampliar o alcance da revista. Da mesma forma, serão necessárias ações de divulgação no sentido de tornar a revista mais presente na escola, aproveitando a facilidade de acesso que o sistema permite.

Esperamos que esta nova fase possa ampliar a participação dos associados da SBEnBio na construção de nossa revista, para que a REnBio possa cada vez mais ser vista pela comunidade como um veículo de diálogo e de expressão dos ideais da Associação Brasileira de Ensino de Biologia.

Boa leitura e saudações sbenbianas,

José Artur B. Fernandes
Editor

Créditos

REVISTA DE ENSINO DE BIOLOGIA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE BIOLOGIA (SBEnBio)
ISSN 1982-1867

Número 10, vol 1 – outubro de 2017

EDITORA

Diretoria Executiva Nacional da SBEnBio
Presidente: Ana Cléa Braga Moreira Ayres (UERJ)
Vice-presidente: Edinaldo Medeiros Carmo (UESB)
Tesoureira: Alessandra Bizerra (USP)
Secretária: Daniele Lima Tavares (UFRRJ)

Editor: José Artur B. Fernandes (UFF)

COMISSÂO EDITORIAL
Ana Cléa Ayres (FFP/UERJ São Gonçalo)
José Artur B. Fernandes (UFF)
Rosana Louro Ferreira Silva (IB/USP)
Maria Margarida Gomes (UFRJ)
Maria Cristina Pansera de Araújo (UNIJUI/RS)
Lúcia de Fatima Estevinho Guido (UFU)
Marlécio Maknamara da Silva Cunha (UFRN)
Sílvia Nogueira Chaves (IEMCI/UFPA)

Organização deste número
José Artur B. Fernandes

Divulgação
Secretaria da Revista SBEnBio: www.sbenbio.org.br

Comissão Científica

Avaliadores

Adriana Mohr
Adriana Pugliese Netto Lamas
Airton José Vinholi Júnior
Aline Lima de Oliveira Nepomuceno
Ana Cléa Braga Moreira Ayres
Ana Lucia Olivo Rosas Moreira
Antonio Carlos Rodrigues de Amorim
Cláudia Lino Piccinini
Daiane Lourene Soares Dantas
Daniela Lopes Scarpa
Daniele Aparecida de Lima Tavares
Diego Marques da Silva Medeiros
Edinaldo Medeiros Carmo
Érica Speglich
Fernanda Franzolin
Geórgia de Souza Tavares
Hylio Laganá Fernandes
Isabela Custódio Talora Bozzini
José Roberto Feitosa Silva
Juliana Rink
Lana Claudia Fonseca
Leandro Belinaso Guimarães
Leandro Duso
Lucia de Fatima Lucia Estevinho Guido
Luiz Caldeira Brant de Tolentino Neto
Maicon Jeferson da Costa Azevedo
Maíra Batistoni e Silva
Marco Antonio Leandro Barzano
Maria Cristina Ferreira dos Santos
Maria Cristina Pansera Araújo
Maria Margarida Pereira de Lima Gomes
Mariana Lima Vilela
Marilda Shuvartz
Marilisa Bialvo Hoffmann
Marise Basso Amaral
Marlécio Maknamara da Silva Cunha
Martha Marandino
Mônica de Cassia Vieira Waldhelm
Néli Suzana Quadros Britto
Neusa Maria John Scheid
Ricardo Tadeu Santori
Roque Ismael da Costa Güllich
Rosana Louro Ferreira Silva
Rosileia Oliveira de Almeida
Sandra Nazaré Dias Bastos
Silvia Luzia Frateschi Trivelato
Tatiana Galieta Nacimento

Desenvolvimento de material didático especializado de biologia para alunos deficientes visuais com foco no ensino médio

Special biology didactic material development for visually impaired students with focusing on the high school

Guilherme Oliveira Andrade da Silva [a]
Patricia Ignácio Rosa [b]
Mirian Araujo Carlos Crapez [c]

RESUMO
A deficiência visual é uma limitação no campo da visão, comumente subdividida entre indivíduos cegos ou com baixa visão. Esta situação estabelece a necessidade de modificação dos padrões normalmente estabelecidos para a maioria das pessoas que não apresentam estas características. Neste trabalho procurou-se analisar a demanda de material didático especializado, na área da biologia, solicitada por alunos com deficiência visual, matriculados no ensino médio regular, além de procurar contextualizar todos os fatores acerca das questões que envolvem as pessoas com deficiência visual e a Educação inclusiva. A partir dessa análise foi proposto como objetivo o desenvolvimento do caderno de Genética. Esse material, adaptado, serviu como ferramenta para auxiliar professores e alunos no processo de ensino-aprendizagem de alunos deficientes visuais.
PALAVRAS-CHAVE: Biologia. Deficiente visual. Inclusão. Material didático especializado.

ABSTRACT
Visual impairment is a limitation in the field of vision, commonly subdivided between blind and low vision individuals. This situation establishes the need for modification of the standards usually set for most people who do not have these characteristics. In this study, sought to analyze the demand for specialized didactic material in biology requested by visually impaired students, enrolled in regular high school, besides looking contextualize all factors on issues involving people with visual impairment and inclusive education. Based on this analysis has been proposed as an aim the development of Genetic book. This adapted material served as a tool to assist teachers and students in the teaching-learning process of visually impaired students.
KEYWORDS: Visually impaired. Specialized didactic material. Inclusion. Biology.

[a] Laboratório de Microbiologia Marinha e Ecologia Bacteriana, Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros. Universidade Federal Fluminense, Niterói – RJ, Brasil.
e-mail: guilhermeoas@id.uff.br
[b] Departamento de Educação, Instituto Benjamin Constant. Rio de Janeiro – RJ, Brasil.
[c] Laboratório de Microbiologia Marinha e Ecologia Bacteriana, Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros. Universidade Federal Fluminense, Niterói – RJ, Brasil.

Introdução:

No estágio atual do ensino brasileiro, a configuração do currículo escolar dos ensinos médio e fundamental deve ser objeto de intensos debates, para que a escola possa desempenhar adequadamente seu papel na formação de cidadãos. Como parte desse processo, a biologia pode ser uma das disciplinas mais relevantes e merecedoras da atenção dos alunos, ou uma das disciplinas mais insignificantes e pouco atraentes, dependendo do que for ensinado e de como isso for feito (KRASILCHIK, 2011).

De acordo com Santos & Manga (2009), o currículo e as técnicas de ensino, bem como os recursos utilizados no processo de ensino-aprendizagem devem atender as demandas tanto dos alunos sem e os portadores de deficiências visuais. Quando se trata de Biologia, essa disciplina, em alguns casos, pode parecer abstrata para os alunos com e sem Necessidades Educacionais Especiais (NEE), principalmente os deficientes visuais, que não conseguem ter a percepção visual do meio a seu redor. Essa capacidade de noção visual facilitaria muito a compreensão da maioria dos conhecimentos em biologia.

A deficiência visual é definida como uma limitação no campo da visão, incluindo desde a cegueira total até a visão subnormal ou baixa visão, afetando de modo irremediável a capacidade visual de perceber cor, tamanho, distância, forma, posição ou movimento em um campo mais ou menos abrangente. Um indivíduo é considerado cego quando apresenta desde a ausência total de visão até a perda da percepção luminosa. Um indivíduo é considerado com baixa visão ou visão subnormal quando apresenta desde a capacidade de perceber luminosidade até o grau em que a deficiência visual interfira ou limite seu desempenho, de modo que não pode ser corrigido. (LÁZARO & MAIA, 2009)

É importante o desenvolvimento e a utilização de recursos táteis, como instrumentos pedagógicos, no processo de ensino e de aprendizagem para a apreensão do conhecimento por parte dos alunos com NEE, como maquetes, modelos tridimensionais, pranchas e cadernos com imagens em relevo, além dos textos transcritos para o sistema Braille. Os recursos táteis facilitariam em larga escala a compreensão dos conteúdos de Biologia, já que diminuiriam o nível de abstração dos assuntos, trazendo ao alcance das mãos a aproximação entre a teoria e a apropriação facilitada do conhecimento (SANTOS & MANGA, 2009). No entanto, esses recursos ainda são escassos e pouco divulgados.

Essa pesquisa tem como objetivos, fazer um levantamento da demanda de material exercida pelos alunos, na área de biologia, e desenvolver um material didático especializado, em *thermoform*, atendendo a demanda especificada.

Materiais e métodos:

Coleta dos dados

Antes de produzir o material didático especializado, foi realizada uma coleta de dados, baseada em entrevistas com os alunos e em um levantamento das questões do ENEM, de forma com que as duas etapas complementassem as informações obtidas em cada uma delas.

Dessa forma, baseando-se em uma pesquisa quanti-qualitativa para auxiliar a definição da temática abordada no material.

A primeira parte do trabalho consistiu em um levantamento teórico para identificar as necessidades e dificuldades dos alunos deficientes visuais do ensino médio na área de biologia. Primeiro foi feito um levantamento das questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) durante cinco anos de avaliação (2008 – 2012), devido a sua importância, sendo a principal porta de entrada dos alunos em universidades públicas. Exame este, que aborda em seu conteúdo programático, as orientações estabelecidas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), segundo a Matriz de Referência encontrada no Edital dos últimos exames (INEP, 2013). Esse levantamento teve o propósito de identificar as temáticas da disciplina de biologia mais recorrentes na prova desde que esta passou por modificações (Figura 7).

Em uma segunda etapa, foram realizadas entrevistas com os alunos do Ensino médio no Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Especiais (NAPNE) de um colégio no Estado do Rio de Janeiro. O objetivo foi investigar as principais dificuldades de conteúdo de Biologia e a necessidade de material didático especializado. Foram entrevistados 15 alunos entre o 1º e 3º ano do Ensino Médio, cegos e baixa visão, entre a faixa etária de 16 a 22 anos (média de idade = 18 anos). A entrevista se baseou em uma pergunta simples: "Qual o tema de biologia que possuíam maior dificuldade e não possuíam material especializado para o estudo?".

Durante as entrevistas, toda a citação dos alunos quanto ao tema em que apresentavam alguma dificuldade foi registrado em uma tabela, para que fossem avaliadas quantitativamente (Tabela 1).

Tabela 1: Temas na área de biologia citados pelos alunos do NAPNE, em que eles encontram maior dificuldade e não possuem material especializado.

Tema	Nº de alunos que citaram
Herança Sexual	4
Ecologia	2
Fisiologia Vegetal	3
Sistema Digestório	1
Experimentação	1
Modelo de Membrana plasmática	2
Proteínas - Estrutura	1
Fungos	1

Desenvolvimento do Material

A partir da análise das respostas dos alunos, foi selecionado o tema "Herança sexual", que está dentro do conteúdo de genética, na área de biologia. A base da matriz tátil foi obtida a partir de um esquema de emparelhamento dos cromossomos sexuais nas células masculinas, representados no Livro Bio: Volume único (LOPES, 2008) (Figura 1). Essa imagem foi exportada para o formato cdr – *CorelDraw* (Figura 2). Após ser exportado para o *CorewDraw*, a imagem foi adaptada para apresentar a melhor compreensão possível tanto

para alunos com baixa visão quanto para os cegos. Nesta fase de adaptação, a imagem passou por várias mudanças até não apresentar dúvidas aos alunos, quanto ao conteúdo e ao esquema em geral (texto, cores, formato das figuras, indicações, etc).

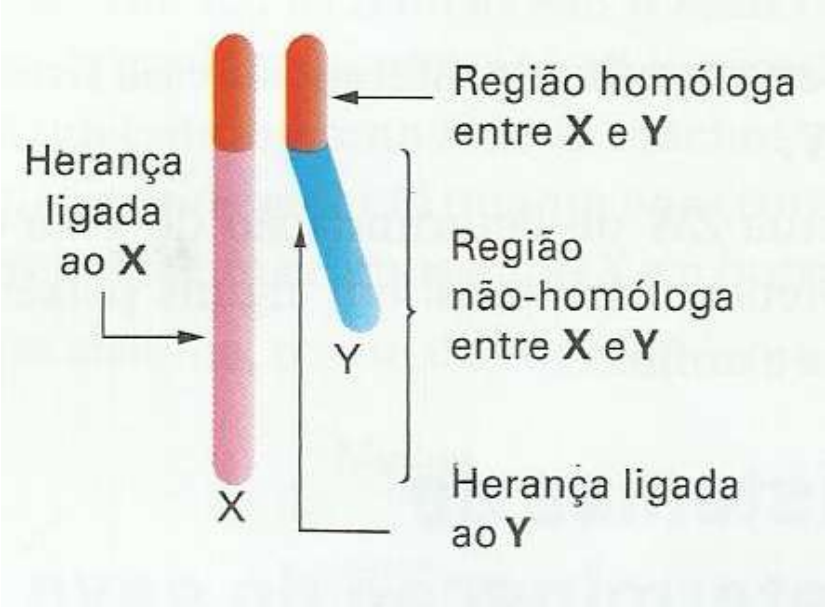


Figura 1: Esquema de emparelhamento dos cromossomos sexuais nas células masculinas, reportado do livro Bio: Volume único, 2ª Edição (LOPES, 2008).

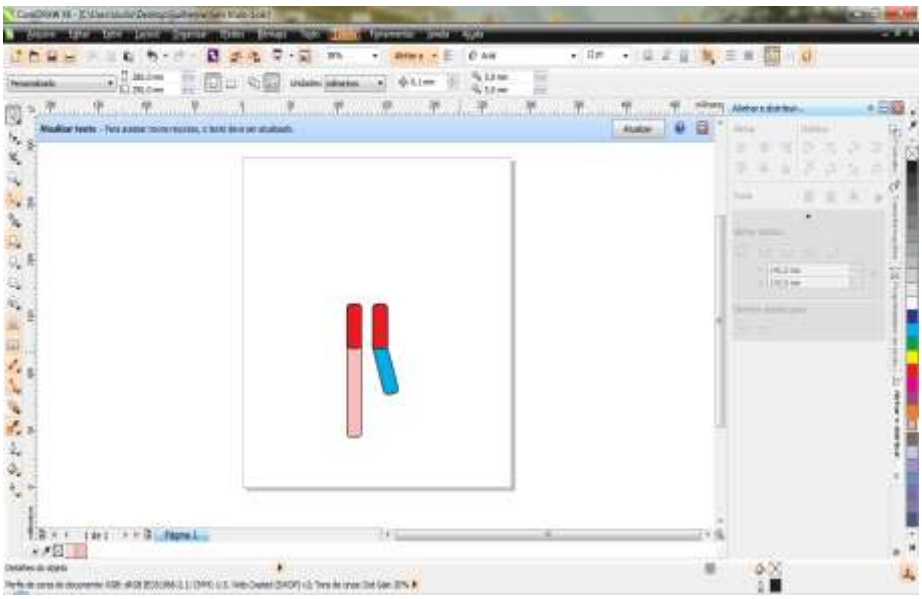


Figura 2: "Printscreen" do *CorelDraw* com a primeira imagem, retirada do exemplo do livro.

Quanto à formatação interna da matriz, todos os detalhes foram determinados levando em consideração a facilidade da leitura, principalmente o uso de cores para alunos de baixa visão, que foram escolhidas pelo contraste que apresentavam entre elas. A fonte padrão

utilizada é APHont[d], específica para leitores com baixa visão (AMERICAN PRINTING HOUSE FOR THE BLIND, 2013), tamanho 24, em negrito, com um aumento de 65% das palavras. Como as palavras que acompanham a imagem serão escritas em Braille, esse aumento fornecerá o tamanho ideal para a legenda, também em Braille, que será colocada acima das mesmas (FERREIRA, 2008).

Após a impressão da matriz, foi utilizado o *software* Braille Fácil, para transcrever o texto original automaticamente para o sistema Braille. Após a transcrição feita no Braille Fácil, o documento foi exportado para a impressora Braille Laratec INDEX Everest, que imprime o documento em Braille.

As legendas das figuras foram coladas sobre a textura utilizada para identificar a parte da imagem que a mesma representa e feita manualmente usando a máquina de escrever em Braille, *Perkins Brailler*. A *Perkins Brailler* foi usada para transcrever o X e o Y representando a legenda dos cromossomos sexuais, feminino (no caso o X) e masculino (neste caso o Y), respectivamente. Após a transcrição de toda a parte textual, a matriz foi aprovada pela revisora cega.

Com a matriz impressa, deu-se início a fase de texturização, para torná-la uma matriz tátil, em relevo. Para isso foram utilizados materiais do cotidiano, reaproveitados na confecção desse trabalho. Os materiais foram escolhidos cuidadosamente, pois precisam ser agradáveis ao toque, não podem machucar os dedos do usuário. Além disso, cada representação deverá ter textura própria, para evitar que o aluno cego se confunda ao tatear o exemplar. Para representar os cromossomos X e Y foram utilizadas três texturas diferentes.

Para representar a parte superior dos dois cromossomos, emparelhados na região homóloga, foi utilizado papel cartão liso. Sobre essa textura foram coladas as letras X e Y em Braille (Figura 3). Para representar a parte do cromossomo X, que se encontra na região não-homóloga, foi utilizado uma lixa áspera, contrastando com o papel cartão da parte superior (Figura 3). Para a representação da parte do cromossomo Y que se encontra também na região não-homóloga, foi utilizado um papel cartão trançado, de aspecto corrugado e diferente das demais texturas citadas anteriormente (Figura 3). Em todas as partes com texturização foram coladas as letras X e Y, em Braille, para diferenciar os cromossomos X e Y. Para representar a linha tracejada que separa as regiões homóloga e não-homóloga, foi utilizado uma linha Urso 00 preta cortada em pequenos traços (Figura 4).

[d] APHont ™ foi desenvolvido pela APH especificamente para leitores de baixa visão. APHont incorpora características que mostraram melhorar a velocidade de leitura, compreensão e conforto para usuários de grande impressão, como mais espaço entre as letras, barras transversais mais elevadas, letras mais largas e pontuações maiores. (AMERICAN PRINTING HOUSE FOR THE BLIND, 2013).

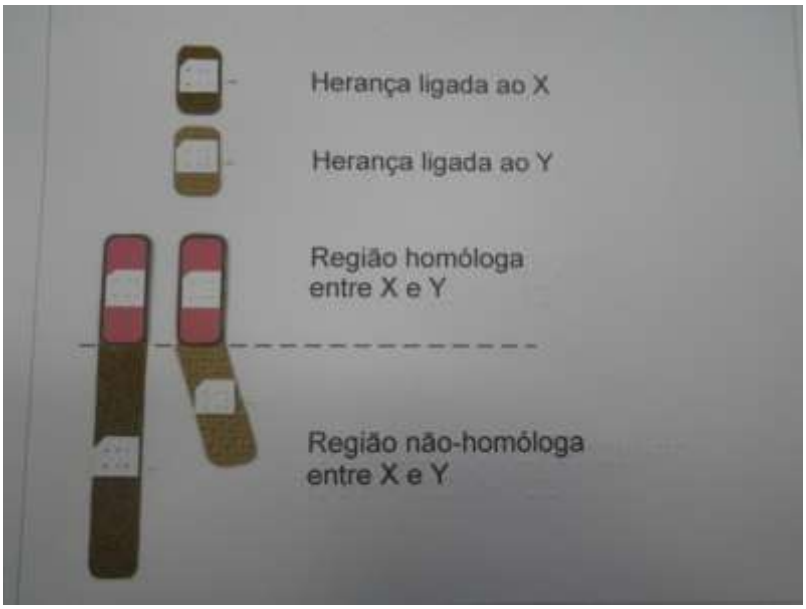


Figura 3: Texturização dos cromossomos e da respectiva legenda, utilizando papel-cartão (liso) para representar a região homóloga entre X e Y; uma lixa (áspero) para representar a parte do cromossomo X localizada na região não-homóloga; e um papel-cartão trançado (corrugado) para representar a parte do cromossomo Y localizado na região não-homóloga.

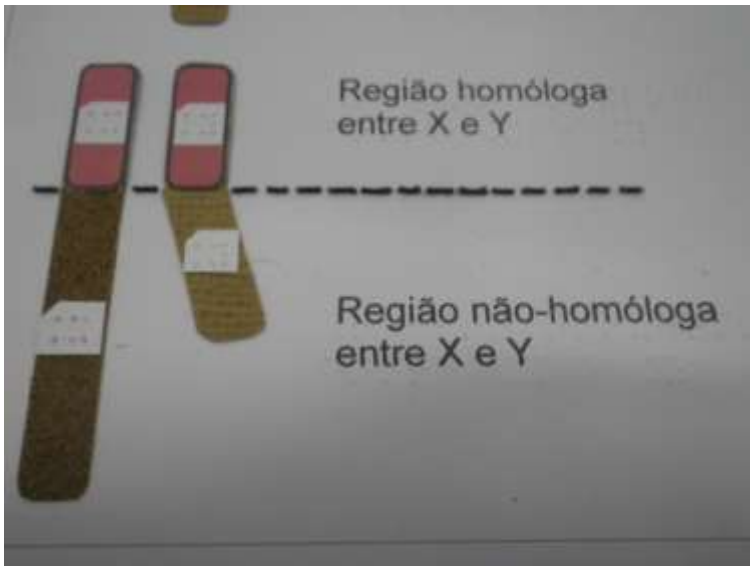


Figura 4: Texturização da linha pontilhada que divide as duas regiões com uma linha Urso 00 preta cortada em pequenas tiras.

O próximo passo foi a reprodução da matriz tátil na película de PVC utilizando a maquina *thermoform*. O *thermoform* é um sistema de moldagem por vácuo de uma película plástica aquecida. Esse tipo de reprodução é aplicado na produção de informação didática para crianças cegas e de ilustrações em relevo.

O processo de reprodução acontece na matriz colocada no *thermoform* e recoberta pela película de PVC. O sistema de aquecimento favorece a criação de molde com a forma da matriz (Figura 5). O mapa e as legendas reproduzidos no PVC foram revisados para verificar

erros na transmissão da informação ou se todos os detalhes da matriz foram reproduzidos sem perda. A última fase dessa etapa é a impressão das cópias em tinta para serem posicionadas por baixo das películas de PVC impressas no *thermoform*, visando atender dessa forma, os deficientes de baixa visão (Figura 6).

Figura 5: Película de PVC em alto relevo após o thermoform.

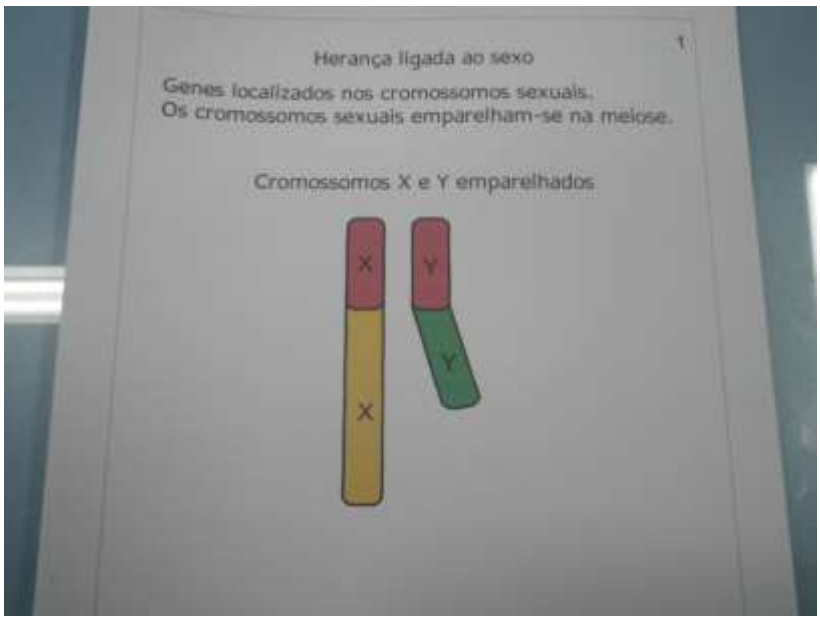


Figura 6: Impressão com letras ampliadas e o esquema colorido, para atender também ao aluno com baixa visão. Essa folha é posicionada por baixo da película em PVC.

Aplicação do Material

O caderno pronto foi aplicado e testado junto aos alunos, que contaram com uma explicação sobre o material e o conteúdo abordado. Ao todo dez alunos com NEE testaram o material individualmente durante a aplicação, sendo oito cegos e dois com baixa visão. Ao fim da fase de aplicação, os alunos que testaram o material foram submetidos a um questionário, de forma aberta, para realização de uma avaliação qualitativa do material. Todas as respostas dos alunos foram transcritas para a avaliação do material apresentado. As perguntas são relatadas no quadro 1 abaixo.

Quadro 1: Perguntas presentes no questionário proposto aos alunos com NEE, como forma de avaliar o material apresentado.

Perguntas
1) O Braille está legível?
2) O relevo bem diferenciado?
3) A legenda está adequada?
4) O conteúdo permitiu uma boa compreensão?
5) O aluno já teve contato com algum outro material desse tipo na área de biologia?
6) O entrevistado teria alguma sugestão para melhorar o material?

Resultados e discussão

Coleta de dados e material final

Para a produção do material parte-se do pressuposto de que se faz necessário um levantamento da demanda exigida pelos alunos, para que não se produza um material que venha a ser subutilizado no futuro. Dessa forma, justificam-se as entrevistas realizadas com os alunos, e a análise das questões do ENEM. A partir desse levantamento teórico foram estipuladas as áreas que poderiam ser abordadas em possíveis materiais. Sendo optado pelo conteúdo de genética (Figura 7).

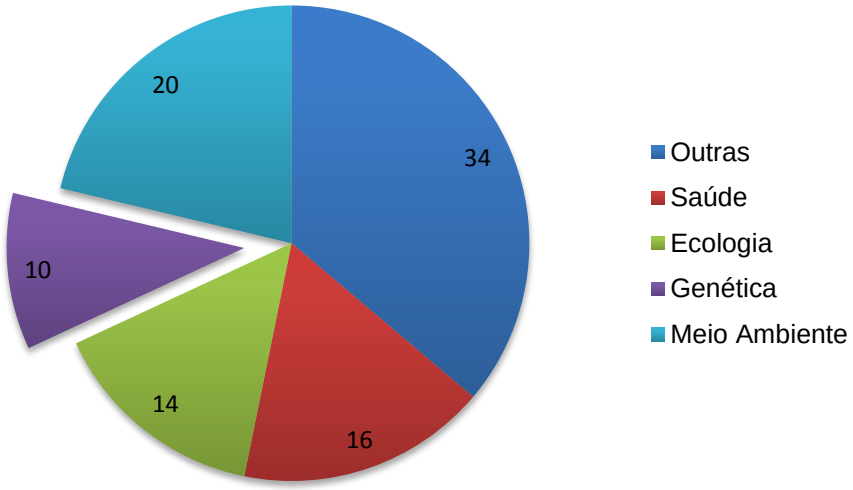


Figura 7: Levantamento dos temas das questões do ENEM durante cinco anos (2008 – 2012). Os números indicados em cada fatia representam o total de questões no período de tempo avaliado, estando a genética entre os quatro temas mais abordados, com 10 questões em cinco anos, de um total de 188 questões.

O caderno está dividido em três páginas. A primeira página possui um subtítulo e uma informação geral sobre o emparelhamento dos cromossomos sexuais durante a meiose e uma figura representando esse emparelhamento (Figura 8). Na página 2 está representado a separação das regiões homóloga e não-homóloga entre os mesmos cromossomos apresentados na página 1 durante o emparelhamento ocorrido na meiose (Figura 9). Por fim, na página 3 se encontra somente o conteúdo textual, com a definição de região homóloga e não-homóloga e de herança ligada ao X e ao Y (Figura 10). A complementação do esquema com a apresentação textual visa facilitar a compreensão por parte do aluno e oferecer um apoio ao professor da disciplina, gerando certa autonomia ao deficiente durante o aprendizado. Todas as informações foram retiradas do livro Bio: Volume Único (LOPES, 2008).

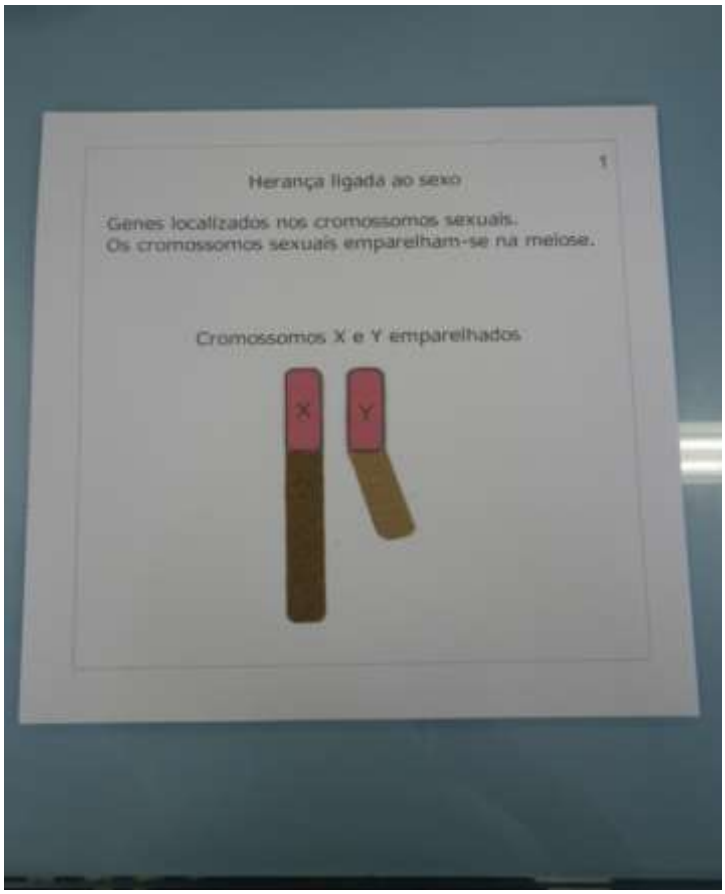


Figura 8: Página 1 do caderno de Genética, Volume I – Herança ligada ao sexo. Contendo o título, o subtítulo "Genes localizados nos cromossomos sexuais", a informação de que os cromossomos sexuais emparelham-se na meiose e o esquema dos cromossomos emparelhados.

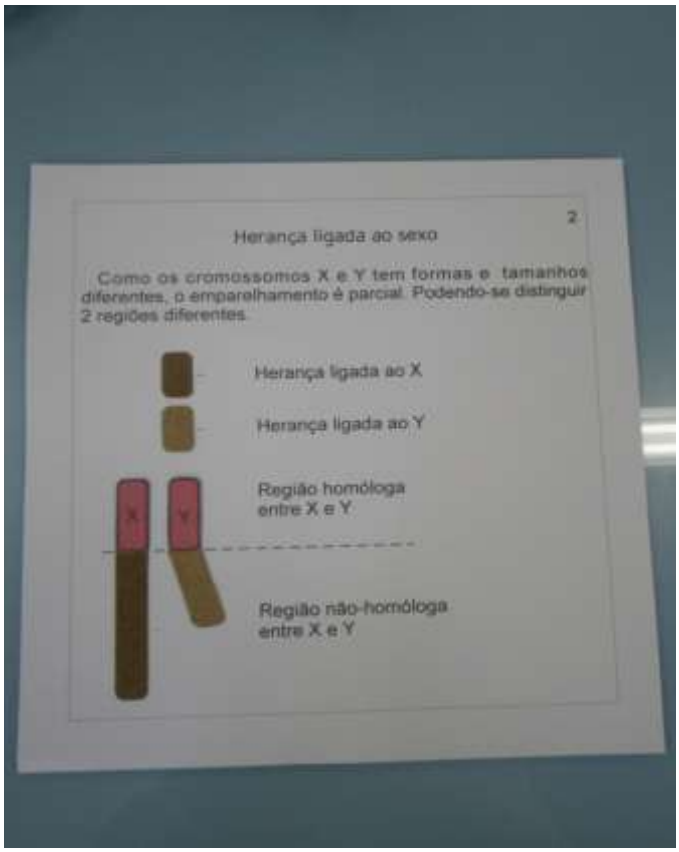


Figura 9: Página 2, com uma breve explicação sobre como se dá o emparelhamento e que pode-se distinguir duas regiões diferentes, representadas no esquema, separadas por uma linha pontilhada e contendo uma legenda.

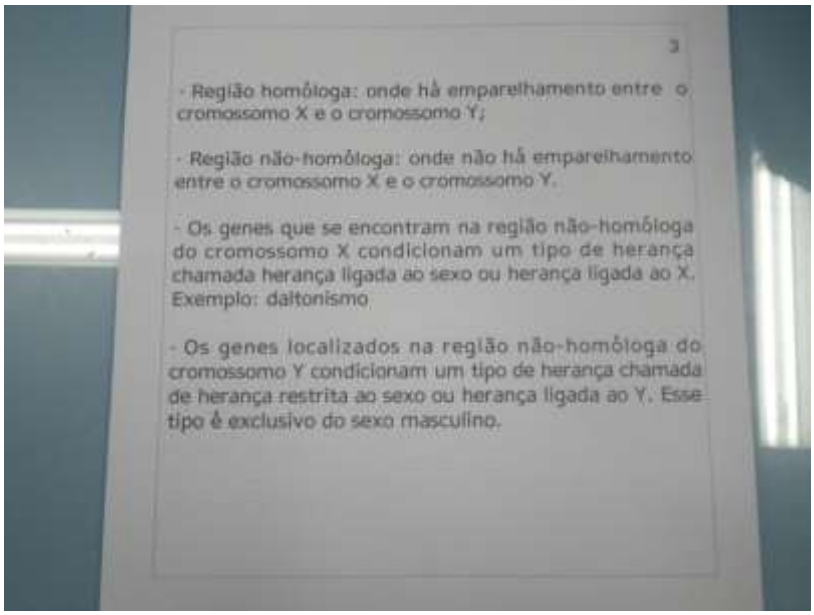


Figura 10: Página 3, contendo a devida explicação do material, com a definição biológica de região homóloga e não-homóloga e de herança ligada ao X e ao Y.

Análise dos questionários

Todos os alunos que testaram o material individualmente o aprovaram de uma forma geral. No entanto, se avaliarmos cada questão discutida no questionário separadamente, podemos notar alguns resultados interessantes.

Quanto à questão do Braille, se está legível ou não, todos os alunos afirmaram positivamente. Porém, sete entre os dez alunos afirmaram ter dificuldades em escorregar o dedo na película de PVC, que a mesma grudava os dedos, o que dificultou a leitura em Braille. Um aluno afirmou ter dificuldade por ter perdido o costume de ler o Braille. E dois alunos afirmaram não ter dificuldades na leitura em Braille, sendo que um desses é baixa visão.

Quanto à questão do relevo, se ele está bem diferenciado ou não, se as texturas apresentadas são fáceis de distinguir, todos os dez alunos aos quais o material foi apresentado afirmaram não ter dificuldades, que o relevo estava fácil de ser diferenciado nas estruturas e as texturas apresentadas também foram aprovadas.

Quanto à questão da legenda do esquema estar adequada ou não, nove entre os dez alunos afirmaram que sim, essa legenda estava adequada e permitiu uma boa compreensão. Uma aluna afirmou ter dificuldade quanto ao entendimento da legenda, e necessitou de explicação.

Quanto ao conteúdo transmitido pelo material, todos os alunos afirmaram que permitiu uma boa compreensão, no entanto, vale ressaltar que dentre esses alunos, oito deles afirmaram não ter conhecimento afundo da matéria apresentada até o momento da aplicação do material. Dois alunos que já haviam tido a aula de herança ligada ao sexo no 3º ano do ensino médio acenaram positivamente quanto ao conteúdo, e ainda ressaltaram que apesar de já terem tido contato com a teoria abordada, não tinham noção de como se dava na prática, de como é a representação.

Quanto à questão dos alunos já terem ou não feito contato com algum material desse tipo, em *thermoform*, na área de biologia, todos os alunos afirmaram de forma positiva. Contudo, seis deles tiveram esse contato somente na instituição de ensino que frequentaram anteriormente, durante o ensino fundamental.

Além disso, não houve uma grande variação nos temas citados por eles abordados nesse tipo de material.

Quanto às sugestões pedidas aos alunos na tentativa de melhorar o material, apenas dois dos dez que testaram, acenaram com alguma sugestão, que serão discutidas posteriormente. Os outros oito alunos afirmaram não ter nenhuma sugestão, que o material estaria pronto, e não viam impedimento para ser utilizado na sala de aula.

Analisando a aplicação do material e as respostas dos alunos, fica clara a importância do desenvolvimento de recursos didáticos especializados para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de alunos com NEE. Podendo se estabelecer um consenso de que esses indivíduos que, por apresentarem necessidades próprias e diferentes dos demais alunos no domínio das aprendizagens curriculares correspondentes à sua idade, requerem recursos pedagógicos e metodologias educacionais específicas (FREITAS, 2007).

Segundo Oliveira e Amaral (2004), a dificuldade para a consolidação da educação inclusiva esbarra, entre outros aspectos, com a inadequação dos espaços físicos, a falta de recursos materiais, a falta de propostas pedagógicas pertinentes e uma formação que não qualifica o professor para trabalhar alunos com necessidades especiais em suas salas de aula.

Os recursos didáticos como o material tátil em *thermoform*, quando elaborados cuidadosamente, visando atender as necessidades dos alunos, se torna uma ferramenta extremamente útil para os alunos, que podem através do material perceber a representação do que lhes é ensinado na teoria, e para o professor, que utilizará o material para auxiliar no processo de ensino.

O material produzido em *thermoform* necessita então seguir uma padronização, no entanto, não significa que o material produzido será aprovado em uma primeira aplicação, pois cada aluno tem uma demanda diferente, o que exige uma maior atenção durante o desenvolvimento do material. Isso acaba tornando o trabalho minucioso, que visa atender de forma acessível à maioria dos alunos com as necessidades específicas.

O trabalho se apresenta relevante, visto que o conteúdo abordado é considerado um desafio para alguns professores e alunos por se tratar de uma situação difícil de imaginar a não ser à luz da ciência, se tornando para muitos alunos com visão normal um assunto abstrato. Para o aluno deficiente visual se torna ainda mais complicado, pois este não tem a noção do que está sendo trabalhado, por se tratar de um tema, que é abordado principalmente na forma de esquemas representativos dos cromossomos emparelhados durante a meiose, ou seja, restringindo a forma de aprendizado ao campo visual.

Durante a preparação do material, o esquema apresentado foi adaptado para uma melhor apresentação ao público-alvo, e todos os detalhes foram observados minuciosamente, como o formato e o tamanho do desenho dos cromossomos, e as cores que tinham que ser bem contrastantes visando atender ao público com baixa visão. Quanto à textura, o principal ponto é que todas testadas deveriam ser facilmente diferenciadas e identificadas pelos alunos cegos. É de grande importância que o professor que aplicará e utilizará do material se faça presente durante as fases do desenvolvimento, para garantir a transmissão correta do conteúdo e entender o passo a passo da montagem do caderno, para que ele tenha a máxima segurança de transmitir e auxiliar o aluno durante a apresentação do material em uma aula.

Apesar de o material conter as informações necessárias para o entendimento do aluno, não se pode abrir mão da figura do professor. O professor nesse caso atua como um mediador, entre os conhecimentos prévios do aluno e todo o conteúdo teórico que ele tem como bagagem e a abordagem tátil do material, que busca trazer a noção da realidade aos alunos. Assim, o professor tem como papel transmitir as informações necessárias para que o aluno possa desfrutar do conteúdo da forma mais aproveitadora possível.

Ao analisar a aplicação do material, constata-se a aceitação dos alunos pelo material em *thermoform*. É interessante notar também o interesse dos alunos na interação com o material, opinando, dando sugestões e críticas para melhorar o que foi apresentado. Dos 10 alunos presentes, todos aprovaram o Caderno de Genética – Volume I – Herança ligada ao sexo, no entanto algumas ponderações devem ser feitas.

Com relação ao Braille, 70% dos alunos que testaram o material alegaram dificuldade em passar o dedo na película de PVC para ler o Braille. Isso pode ser explicado pelo fato, dessa película, quando nova, ofereça certo atrito, fazendo com que os dedos grudem e não deslizem como deveria ser. Outro fator que pode dificultar é que como foi citado por um aluno, eles estão perdendo o costume em utilizar esse tipo de material, e perdendo também o costume de ler em Braille.

Pois como eles estão incluídos em turmas regulares, o contato diário com o Braille pode estar reduzido. Além disso, seis entre os dez alunos afirmaram ter contato com esse tipo de material, em *thermoform*, somente no ensino fundamental.

Quanto à legenda do esquema, apenas uma aluna questionou sobre a adequação da mesma. Essa aluna teve dúvidas e afirmou ter confundido um pouco as legendas, necessitando dessa forma, de um auxilio do professor. Mais uma vez, é ressaltada a indispensável presença do professor, nesse caso, para ajudar com as possíveis dúvidas dos alunos. Ao se pensar na legenda, na tentativa de evitar esse tipo de dúvidas por parte dos alunos, uma das possíveis sugestões é de aumentar o tamanho da figura que simboliza a legenda. Dessa forma, ela ficaria praticamente do tamanho do desenho original, facilitando o entendimento por meio da associação.

Ao analisar o conteúdo, mesmo este sendo presente somente no terceiro ano do ensino médio, todos os alunos o compreenderam bem. Pois o objetivo do caderno pode ser avaliado nessa situação. O intuito é criar um material que possibilite todos os alunos do ensino médio, desde o 1º ao 3º ano, uma abordagem tátil de um conteúdo que eles basicamente só têm noção sobre a teoria. Conteúdo esse, que faz parte do programa do ENEM, agregando valor ao material, da forma em que esse servirá também como base de apoio escolar para a preparação desses alunos em um possível ingresso no ensino superior.

O material produzido também vem complementar uma área que se encontra um pouco defasada quando tratamos de material didático para deficientes visuais. Pois como citado anteriormente, existem poucos materiais na área de biologia produzidos em *thermoform*. O material vem para abrir um leque de oportunidades na área de genética, a partir da temática abordada nesse volume, que podem ser trabalhados com os alunos por meio desse recurso.

Com a aprovação pelos alunos, o material didático em *thermoform* se mostra como uma opção viável para auxiliar os alunos matriculados em turmas regulares de ensino médio, ainda mais se levado em conta a sua relação custo-benefício, já que a texturização usa materiais recicláveis e a durabilidade do material é em média de seis anos (FERREIRA, 2008). Dessa forma, a utilização do material apresenta-se como uma alternativa de auxiliar no processo de inclusão desses alunos com deficiência visual no ensino regular, encarando-se os atuais parâmetros desse processo.

A Educação Especial deve, então, possibilitar, da forma mais eficaz possível, o acesso da pessoa com necessidades especiais aos instrumentos culturalmente mediados, tendo como principal preocupação a modificação do comportamento desta pessoa para que ela possa apropriar-se destes instrumentos. No espaço escolar, isto significa a adaptação de metodologia de ensino, levando-se em consideração as particularidades da pessoa com deficiência visual e

suas possibilidades diferenciadas de acesso aos instrumentos histórico-culturais e a plena interação social (MACIEL et al., 2007).

Além dos fatores explicitados, ainda se faz necessário muito investimento em Educação Especial. As condições de inclusão dos alunos com deficiência visual no Brasil ainda são pouco favoráveis. Isso se fundamenta principalmente na escassez de recursos didático-pedagógicos, mas também na ausência de capacitação de professores, de investimento em estrutura, e da garantia por parte do governo da educação para todos, e da oferta de acesso às pessoas com NEE, principalmente no ensino médio, onde a evasão escolar é maior (SANTOS & MANGA, 2009).

Da mesma maneira que se faz necessária a garantia e um incentivo por parte do governo, também é necessário disposição e vontade de melhorar o processo de ensino-aprendizagem, onde professores e alunos deverão sair da inércia para a plenitude da construção e apropriação do conhecimento. Existe a necessidade de os educadores e pesquisadores ligados à área de educação estarem atentos, bem como a situação real em que a inclusão destes alunos está ocorrendo, em todos os níveis e modalidades de ensino, uma vez que, trabalhar com a diversidade exige de todos, paciência, prudência, responsabilidade, respeito, investigação e principalmente o reconhecimento da potencialidade do indivíduo com NEE (CROZARA & SAMPAIO, 2008).

Ainda segundo Crozara & Sampaio (2008), é preciso que haja uma mudança na forma de trabalhar com as crianças cegas na construção das noções espaciais. É relevante redefinir o papel do tato, como importante recurso, embora não como substituto direto da visão. É também relevante pensar a noção de representação, como base para o planejamento de recursos didáticos, a serem elaborados e apresentados de forma interligada aos conceitos já conhecidos e em fase de aquisição pelos alunos, entre outras possibilidades.

Conclusão

O estudo realizado permitiu concluir que o material foi desenvolvido com sucesso e está aprovado para ser aplicado em sala de aula, para amplo uso tanto de alunos cegos ou baixa visão cursistas do ensino médio regular ou em turmas especiais.

Pode-se concluir que o desenvolvimento e a utilização de material didático especializado de biologia auxiliam no processo de ensino-aprendizagem de alunos deficientes visuais. Outrossim, é uma importante ferramenta para auxiliar no processo de inclusão desses alunos em turmas regulares no ensino médio, com uma oferta igualitária de recursos para o aprendizado.

Os conteúdos de Biologia devem propiciar condições para que o educando compreenda a vida como manifestação de sistemas organizados e integrados, em constante interação com o ambiente físico-químico. Conclui-se que o material em relevo feito em *thermoform* permite ao aluno a capacidade de estabelecer relações que lhe permitam reconhecer essas interações, as quais foram abordadas em teoria.

Além disso, o material serviu, e serve, de base para estudo e preparação para os Exames Nacionais do Ensino Médio (ENEM), dando uma oportunidade de uma preparação adequada e que possibilite igual concorrência na tentativa de ingresso no ensino superior. Sugere-se, portanto a necessidade de incentivo à produção de material didático especializado de biologia, principalmente para o ensino médio, usando-o como ferramenta que possibilite uma maior inclusão desses alunos nessa fase educacional, e posteriormente no ensino superior, consequentemente no mercado de trabalho.

Referências bibliográficas

AMERICAN PRINTING HOUSE FOR THE BLIND (APH). APHont: A font for low vision. Disponível em: <http://www.aph.org/products/aphont//>. Acesso em: 18 nov. 2013.

CROZARA, T. F.; SAMPAIO, A. A. M. Construção de material didático tátil e o ensino de geografia na perspectiva da inclusão. In: Encontro interno. XII seminário de iniciação científica. **Anais**. Universidade Federal de Uberlândia. p. 01-07, 2008.

FERREIRA, M. E. S. **Construção de um mapa tátil do campus Seropédica da UFRRJ**. 41 f. Monografia, (Instituto de Geografia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008.

FREITAS, O. **Equipamentos e materiais didáticos**. 1ª Ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Ministério da Educação. **Edital nº 01, de 08 de maio de 2013 - Exame Nacional do Ensino Médio – enem 2013**. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/edital/2013/edital-enem-2013.pdf>. Acesso em: 01 out. 2013.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª Ed. São Paulo: Edusp, 2011.

LÁZARO, R. C. G.; MAIA, H. Inclusão do Aluno com Baixa Visão na Rede Regular de Ensino: a que Custo?. **Rev. Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, n. 43, p 1-12, 2009.

LOPES, S. **Bio:** Volume Único. 2ª Ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

MACIEL, C. V.; RODRIGUES, R. S.; COSTA, A. J. S. A Concepção dos Professores do Ensino Regular Sobre a Inclusão de Alunos Cegos. **Rev. Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 2, p. 1-10, 2007.

OLIVEIRA, M. A. M.; AMARAL, C. T. **Políticas públicas contemporâneas para a educação especial: inclusão ou exclusão?**. 2004. Disponível em: <http://www.anped.org.br/reunioes/27/gt15/t156.pdf>. Acesso em: 22 Nov. 2013.

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

Educação ambiental e ensino de biologia: ações socioeducativas não-formais em São Paulo-SP

Environmental education and education of biology: non-formatic socio-cultural actions in São Paulo-SP

Valdir Lamim-Guedes [a]

RESUMO
Neste texto, apresentamos ações de educação ambiental e ensino de biologia desenvolvidas no Instituto Educadores Sem Fronteiras (ESF), São Paulo-SP, envolvendo uma abordagem interdisciplinar, lúdica, tecnologias de informação e comunicação, incentivo à participação dos alunos e a contextualização. Relatamos aulas integradas de biologia e química sobre crise hídrica, árvore da vida e estados da matéria e atividades desenvolvidas em algumas aulas, como projeto, e ações extraclasse. O processo aprendizagem foi contínuo, sendo desenvolvido ao longo do ano e não de forma pontual, em concordância com os principais pressupostos da educação ambiental e científica. Relevante e fundamental para o processo foi o intenso engajamento dos alunos no debate socioambiental, durante as atividades descritas.
PALAVRAS-CHAVE: Contextualização. Pedagogia socioconstrutivista. Interdisciplinaridade. Educação em ciências não-formal. Educação ambiental não-formal.

ABSTRACT
On this text, we present some environmental education and biology teaching actions developed at the *Instituto Educadores Sem Fronteiras* (ESF), São Paulo-SP, that involves an interdisciplinary, playful approach, information and communication technologies, encouraging students' participation and contextualization. We will present integrated classes of biology and chemistry on water crisis, tree of life and states of matter and activities developed in some classes, such as projects, and extra class actions. The learning process was continuous, being developed throughout the year and not in a punctual way, in agreement with the main assumptions of environmental and scientific education. Relevant and fundamental to the process was the intense engagement of students in the socio-environmental debate, during the activities described.
KEYWORDS: Contextualization. Social constructivist pedagogy. Non-formal science education. Non-formal environmental education.

[a] Programa de Pós-Graduação em Educação FEUSP; Centro Universitário Senac-Santo Amaro, São Paulo-SP. Nos anos de 2014 e2015, foi educador de biologia e química no Instituto Educadores Sem Fronteiras (ESF), localizado em São Paulo-SP.

Introdução

As respostas à crise ambiental, caracterizada pela poluição, esgotamento de recursos naturais, perda de biodiversidade, mudanças climáticas, entre outros problemas, requer um conjunto de ações para minimizar o impacto do homem no planeta que afeta a própria humanidade. Contudo, a superação dos problemas socioambientais acarretados pela crise ambiental, exigirá mudanças profundas na atual concepção de mundo, de natureza, de poder e de bem-estar, tendo por base novos valores individuais e sociais. Portanto, afirma-se que o momento atual é caracterizado por uma crise civilizatória (PORTO-GONÇALVES, 2013). É neste contexto que surge, por volta da década de 1960, a Educação Ambiental (EA). Segundo a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela lei nº. 9.795, de 27 de abril de 1999 (BRASIL, 1999, s.p.), a EA é definida como

> os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

A percepção retratada pela PNEA é decorrente de documentos oficiais de âmbito internacional, como a *Declaração da Conferência Intergovernamental de Tbilisi sobre Educação Ambiental*[2] e os objetivos da EA existentes na *Carta de Belgrado*[3]. Esta visão influencia diversas políticas públicas, assim como ações desenvolvidas nas escolas e em outros espaços educativos, com foco na prevenção, resolução ou, pelo menos, minimização de problemas socioambientais. EA é uma expressão que demonstra uma intersecção entre duas áreas: educação e meio ambiente (o "ambiental"). Neste sentido, a EA é constituída de ações pedagógicas alinhadas com o "saber ambiental", isto é, o conhecimento a respeito do meio ambiente e que se produz numa relação entre a teoria e a práxis (LEFF, 2008). Além disto, espera-se que a EA seja construída coletiva e conjuntamente entre o mediador (papel assumido pelo educador) e alunos, prevalecendo uma abordagem sociocultural da educação (MIZUKAMI, 1986).

A EA, de forma semelhante ao ensino de ciências e biologia, exige uma combinação de elementos científicos e teóricos com experimentação, práticas e conhecimentos externos às escolas (MINC, 2005, p. 63). Esta combinação nem sempre está disponível nas escolas devido a alguns fatores, como a falta de estrutura física, baixa qualificação docente ou falta de estímulo institucional para o desenvolvimento de atividades alternativas.

[2] Definição de EA: "Dimensão dada ao conteúdo e à prática da educação, orientada para a resolução dos problemas concretos do meio ambiente, através de um enfoque interdisciplinar e de uma participação ativa e responsável de cada indivíduo e da coletividade" (SÃO PAULO, 1994, p. 39).

[3] A EA deve desenvolver um "cidadão consciente do seu ambiente total e dos problemas associados a esse ambiente, sendo também um indivíduo possuidor de conhecimentos, atitudes, motivações, envolvimento e habilidades para trabalhar, tanto individual como coletivamente, no sentido de resolver os problemas atuais e prevenir os futuros" (SÃO PAULO, 1994, p. 12).

Em documentos oficiais brasileiros, a EA é entendida como um tema transversal: meio ambiente, conforme os *Paramentos Curriculares Nacionais* (PCNs) (BRASIL, 1998) e a PNEA, e sustentabilidade, segundo a *Base Nacional Comum Curricular* (BNCC) (BRASIL, 2015). De forma geral, a recomendação estatal é que este tema seja tratado nas ações escolares sempre que possível. As atividades descritas neste artigo, apesar de tratar de uma ação não-formal, adotam o princípio da transversalidade da questão ambiental.

A perspectiva envolvendo os temas transversais busca aumentar a contextualização nas ações educativas. Ao usar o termo "contextualização", podemos ter a impressão de ser algo datado e consensual, resumido com a frase "fazer relação com a vida do aluno". Contudo, a situação não é tão simples quanto parece. Segundo Silva e Marcondes (2010, p. 102), a contextualização no ensino de ciências, e podemos estender o pensamento também à educação ambiental, "vem sendo defendida por orientações oficiais, educadores e pesquisadores como um princípio norteador de uma educação voltada para a cidadania que possibilite a aprendizagem significativa de conhecimentos científicos e a intervenção consciente". Ainda neste contexto, muitos autores defendem uma aproximação com a obra de Paulo Freire, sendo o ponto mais destacado o "ensino baseado em temas geradores partindo do estudo do meio social e político do aluno" (SILVA; MARCONDES, 2010, p. 104). Contudo, para chegar a ser freiriano, um tema deve ser retirado da vida dos alunos, construído com estes, e não imposto pelo professor. A partir de Kato e Kawasaki (2011), fica clara a complexidade que a discussão sobre a contextualização pode assumir, incluindo – até mesmo reforçando – a relação com o cotidiano do aluno, mas também englobando outras formas de criar contextos, como o Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), em associação aos assuntos trabalhados em outras disciplinas e a história e filosofia da ciência.

Neste texto, são apresentadas ações não-formais de ensino de biologia e química desenvolvidas durante os anos de 2014 e 2015 na Organização Não Governamental (ONG) *Instituto Educadores Sem Fronteiras* (ESF)[4], localizada na cidade de São Paulo-SP, com foco em jovens em vulnerabilidade sócio-cultural-educacional. As ações descritas abordaram questões socioambientais, no sentido de serem exemplos para o tratamento destas temáticas de forma interdisciplinar e contextualizada em escolas e outros espaços educativos.

Metodologia

As ações descritas têm por base a transversalidade da temática ambiental e a adoção da perspectiva sociocultural como orientadora da organização do trabalho pedagógico. A pedagogia socioconstrutivista reconhece a natureza social do conhecimento e de sua criação na mente dos aprendizes individuais, com os educadores assumindo um papel de mediação do processo pelo qual os alunos constroem novos conhecimentos integrados com os previamente existentes (ANDERSON; DRON, 2012, p. 123). Existem muitos tipos de construtivismo social e todos os modelos têm temas comuns, incluindo a importância de um

[4] *Homepage* institucional http://www.educadoressemfronteiras.org.br/

> novo conhecimento sendo construído sobre o fundamento do aprendizado anterior; O contexto moldando o desenvolvimento do conhecimento dos alunos; A aprendizagem como processo ativo e não passivo; A linguagem e outras ferramentas sociais na construção do conhecimento; A metacognição e a avaliação como meios para desenvolver a capacidade dos alunos de avaliar sua própria aprendizagem; O ambiente de aprendizagem centrado no aluno e enfatizando a importância de múltiplas perspectivas; O conhecimento precisar ser submetido a discussão social, validação e aplicação em contextos do mundo real (ANDERSON; DRON, 2012, p. 123).

O local de intervenção foi o Jardim Ângela, bairro pobre e periférico localizado na região sul da cidade de São Paulo, considerado em 1996 pela Organização das Nações Unidas o núcleo urbano mais violento do mundo, com cerca de 120 assassinatos/ano para cada 100 mil habitantes (MARIA; SIMÕES, 2010). Atualmente, apesar de uma acentuada redução da violência, este bairro ainda apresenta uma média de 39 mortes/100 mil habitantes, taxa que está entre as quatro maiores da cidade, ao lado de regiões vizinhas (Parque São Antônio, Campo Limpo e Capão Redondo) (ESTADO DE SÃO PAULO, 2016). Em relação à educação, a região do Jardim Ângela apresenta índices de qualidade críticos confirmados por estatísticas oficiais, como os resultados Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).

O ESF, desde 2008, desenvolve ações educativas nesta região. A sua atividade principal é proporcionar educação complementar gratuita em regiões de alta vulnerabilidade sócio-cultural-educacional, de acordo com a sua missão, que é "apoiar crianças e adolescentes em risco social, proporcionando o desenvolvimento das potencialidades do cidadão, através da educação complementar e da democratização do conhecimento" (ESF, 2013). Desta forma, o público alvo é composto por jovens a partir de 10 anos e adultos. As ações do ESF têm sido essenciais para os oitenta educandos atendidos no projeto, sendo a maioria matriculados em escolas públicas de Ensino Fundamental (ciclo II) e Ensino Médio do entorno.

A proposta pedagógica implementada no ESF é baseada em uma abordagem interdisciplinar, implementada seguindo algumas ações: ao unir na mesma aula disciplinas distintas, formando áreas temáticas[5], tem-se uma maior integração entre os temas, reduzindo a fragmentação no ensino, incluindo maior ludicidade, uso de TICs, relações horizontais[6], participação dos alunos[7] e abordagem do contexto local. Além das aulas nas dependências do ESF, encontros e expedições culturais que seguem os mesmos princípios empregados nas aulas proporcionam a construção autônoma do conhecimento do educando.

[5] As aulas do ensino fundamental são divididas em pensamento lógico, que engloba o raciocínio por trás das ciências (matemática, geografia, história e biologia) e filosofia; e Linguagens, que inclui linguagem científica; matemática, química, geografia, artes, além do envolvendo português (redação, gramática e literatura) e inglês. Enquanto para o ensino médio, as disciplinas em grupos: Ciências Exatas e Naturais: biologia e química, física e matemática, Ciências Humanas (geografia, história, sociologia, filosofia, psicologia, artes) e Linguagens, envolvendo português (redação, gramática e literatura), artes e inglês.

[6] O pressuposto aqui é valorizar a posição proativa do aluno e não a imposição do saber do professor, que assume um papel de mediador.

[7] Os alunos são divididos mais pelo desenvolvimento escolar e psicoemocional, do que pela idade.

O currículo adotado nas turmas do ESF não tem a intenção de substituir a escola, mas de ser complementar a esta. Assim, nas aulas, são abordados temas que, geralmente, os currículos das escolas do entorno não tratam ou que geram dúvidas nos alunos. Por isto, a interação em sala de aula é tão importante, pois, a partir dela, sabe-se quais temas ou habilidades serão enfocadas para auxiliar na aprendizagem dos educandos. Além destes aspectos, é realizado o planejamento semestral dos temas que serão tratados nas aulas a partir de uma linha de raciocínio unindo saberes distintos e convergindo o que os professores tratam em suas aulas. Desta forma, a equipe sabe o que cada professor pretende trabalhar, possibilitando que suas aulas convirjam. Ainda são realizadas reuniões mensais com a equipe pedagógica para acompanhamento da implantação do plano semestral e reuniões semestrais com os pais ou responsáveis dos educandos.

As turmas de educandos no ESF são pequenas, compostas de 5 a 12 alunos cada, no intuito de que estes tenham uma atenção mais personalizada. As aulas ocorrem em dias úteis ou sábados, favorecendo a inserção das atividades da ONG em distintas rotinas, como alunos em idade escolar, que fazem as aulas em contra turno, e jovens ou adultos que trabalham e podem estudar aos sábados.

A participação dos pais e responsáveis é essencial às atividades do ESF, assim, são realizadas diversas ações em que eles possam contribuir livremente, como aula inaugural semestral, saraus e feiras de cultura. Além disto, eles também são atuantes na criação de novos projetos no Instituto.

Nas salas de aula, há computadores com acesso à internet (incluindo *wifi*), para que em todas as aulas haja projeções de *slides*, exibição de vídeos curtos (até 5 minutos), bem como o acesso a *sites* para exibir recursos didáticos a fim de sanar dúvidas dos educandos.

Algumas das metodologias ativas[8] utilizadas são os projetos, atividades baseadas na resolução de problemas (RP) e os temas-geradores. O desenvolvimento de projetos[9] é realizado em associação à resolução de problemas, de forma a aumentar a contextualização das ações educativas desenvolvidas. As RPs são um tipo de metodologia ativa muito utilizada no ensino de ciências e que permite uma organização mais complexa para ações de EA. Ela se baseia na exigência de cidadãos polivalentes, criativos e com capacidade de RP, pois os problemas são "parte integrante da vida cotidiana, tornar-se imperativo que os cidadãos, quando confrontados com problemas, os saibam resolver de forma eficiente e fundamentada" (SILVA; LEITE; PEREIRA, 2013, p. 186). A perspectiva de ensino a partir de RP pode ser aliada aos temas-geradores. A partir de um tema-gerador irradia uma "concepção pedagógica comprometida com a compreensão e transformação da realidade", enquanto de uma atividade-fim "visa unicamente a resolução pontual daquele problema ambiental abordado"

[8] "(...) baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos" (BERBEL, 2011, p. 29).

[9] "Chamamos de 'projeto' a uma ação negociada entre os membros de uma equipe, e entre a equipe e a rede de construção de conhecimento da qual ela faz parte, ação esta que se concretiza na realização de uma obra ou na fabricação de um produto inovador. Ao mesmo tempo em que esta ação transforma o meio, ela transforma também as representações e as identidades dos membros da rede produzindo neles novas competências, através da resolução dos problemas encontrados" (VENTURA, 2002, p. 39).

(LAYRARGUES, 2008, p. 116). Desta forma, um tema gerador, além da perspectiva interdisciplinar, deve também trazer uma visão ampla, considerando as causas dos problemas sociais.

Resultados e discussão

Dentre as diversas ações desenvolvidas em nove anos de ESF, destacaremos algumas que exemplificam a inserção da temática socioambiental em uma perspectiva crítica e continua nas ações pedagógicas. Apresentaremos ações desenvolvidas nos anos de 2014 e 2015, nos módulos de ciências (biologia e química), ministradas semanalmente e com duração de 1h40min, sendo descritos os recursos utilizados, forma de interação e as temáticas abordadas. Posteriormente, apresentaremos alguns resultados de atividades desenvolvidas em conjunto de aulas, como projetos, e ações extraclasse.

Aulas (ações de curta duração)

Crise hídrica e Áreas de Preservação Permanente

No dia 7/03/2015 (sábado), foi ministrada uma aula, tratando do tema "a crise hídrica e Áreas de Preservação Permanente", para uma turma de ensino médio com seis alunos, de idades entre 14 e 21 anos. Foram usados *slides* sobre a cobertura da mídia em relação à crise hídrica, nos quais eram abordadas suas causas principais, a saber, a má gestão dos recursos hídricos e problemas ambientais, como o desmatamento e a destruição de nascentes e poluição de corpos d'água. A cobertura da mídia foi apontada como parcial, defendendo a água como *commodity* e o lucro de acionistas da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), reforçando a tese de ser um problema de gestão, para além da condição ambiental.

Os problemas ambientais tratados nesta aula têm forte relação com o desrespeito à legislação ambiental, como o Código Florestal (tanto o de 1965, quanto a versão reformulada em 2012[10]). Assim, conversamos sobre como as Áreas de Preservação Permanente (APPs)[11], que são importantes para diversas funções como manutenção da biodiversidade (por permitir

[10] O primeiro Código Florestal brasileiro foi instituído pelo Decreto no. 23.793, de 23 de janeiro de 1934, e revogado posteriormente pela Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, que instituiu o Código Florestal em esteve em vigor até maio de 2012, até a aprovação da Lei Federal nº. 12.651/2012, sancionado em 28 de maio de 2012 (BRASIL, 2012).

[11] Definidas pelo parágrafo II da Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012) como: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

fluxo gênico[12], por exemplo) e para evitar deslizamentos de terra. Foram usadas imagens do relatório *Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco: o que uma coisa tem a ver com a outra?*[13]. Por fim, discutimos a questão do fluxo gênico, relacionando-o como um dos papéis das APPs listados em lei (BRASIL, 2012). Aproveitando esta temática, foram citados os refúgios pleistocênicos que permitiram a formação de novas espécies - o processo de especiação - na última glaciação e que estão relacionados ao papel do fluxo gênico na natureza.

A turma foi muito participativa, sendo este um dos pressupostos da metodologia adotada, com o estímulo ao diálogo e à curiosidade por parte do educador. Em vários momentos, os alunos anteciparam as informações apresentadas, demonstrando que estavam compreendendo a linha de raciocínio desenvolvida. Esta aula, apesar de focada em temas vinculados à biologia e ciência ambiental, foi elaborada de forma a que as informações fossem contextualizadas, para que os alunos pudessem compreender as relações destas com a crise hídrica, a perda de serviços ecossistêmicos e de biodiversidade, inclusive uma "visão urbana" do ciclo hidrológico. Tal visão urbana é uma posição contrária à discussão didática habitual baseada em um esquema do ciclo hidrológico focado em áreas naturais, sem abordar, por exemplo, a impermeabilização do solo que ocorre extensivamente nas cidades. Desta forma, a abordagem permitiu uma ação formativa, tanto em termos de informação, quanto de percepção de alguns problemas ambientais, suas causas e consequências, o que favorece o posicionamento crítico e a participação na sociedade.

Árvore filogenética dos hominídeos e da vida

Esta aula foi ministrada em 11/04/2015, sábado, para uma turma de Ensino Médio composta por sete educandos com cerca de 16 anos. Os materiais utilizados foram lousa, caneta, *notebook*, projetor, caixas de som, internet (*Youtube*, imagens e *Prezi*), esqueleto didático, atlas de anatomia humana e cartaz sobre sistemas humanos. O planejamento para esta aula incluía tratar das teorias de colonização da América e da origem dos humanos, para assim falar da árvore da vida. Porém, uma motivação adicional determinou a temática. Na aula anterior, que tratou das relações de parentesco entre humanos e primatas, um aluno fez comentários racistas em relação ao seu Padrasto. Isto motivou uma reação da equipe de professores, que consistiu em incluir nas aulas da semana seguinte a temática da igualdade entre as pessoas e as falácias envolvendo o racismo.

A aula começou com a discussão sobre evidências que baseiam a teoria de colonização da América, isto é, a partir de migrações humanas pela Sibéria, via Estreito de Bering, durante

[12] Fluxo gênico ou escape gênico Troca de informações entre indivíduos, populações ou espécies com a preservação da informação genética nas populações subsequentes. O fluxo gênico só se estabelece quando não há isolamento reprodutivo entre as espécies consideradas e o cruzamento entre elas ocorre (verbete segundo IBGE, 2004).

[13] Referente à tragédia causada pelas chuvas e ocupação irregular na região serrana do Estado do Rio de Janeiro e preparado pelo Ministério do Meio Ambiente em 2011 (BRASIL, 2011).

a última glaciação. Porém, as evidências encontradas na Serra da Capivara, localizada em São Raimundo Nonato, Piauí, pela arqueóloga Niède Guidon, colocam em dúvida esta teoria, pois os sítios deste local são mais antigos do que o esperado para a chegada de migrações vindo da América do Norte. Isto criou, nos últimos anos, uma crise de paradigma (para mais detalhes, ver ESTEVES, 2014), permitindo também uma discussão sobre o funcionamento da ciência, em uma perspectiva kuhniana, incluindo o debate sobre a resistências à contribuição de Guidon, pelo fato desta ser mulher e latino-americana, devido a característica da Ciência ser predominantemente masculina (CHASSOT, 2004) e pela relação centro-periferia, evidenciada "pelo contexto territorialmente diferenciado da produção científica e tecnológica [concentrada nos países ricos], e que teria influência inclusive sobre o conteúdo do conhecimento científico produzido localmente" (NEVES, 2009).

A partir do trecho de um texto sobre a atividade dos biólogos, que estes profissionais "coletam dados sobre as características de cada organismo em que eles têm interesse. Características são traços hereditários que podem ser comparados entre organismos, como características físicas (morfologia), sequências genéticas e características comportamentais" (USP, s/d.), discutimos o que são "traços hereditários" e relembramos o papel do DNA; "comparados entre organismos", pois se estuda vários indivíduos de uma mesma espécie para ter uma visão populacional. O debate proporcionou uma conversa sobre a formação de teorias científicas, usando o exemplo de Darwin e a construção de filogenias. Em relação às "características físicas (morfologia)", falamos dos órgãos vestigiais humanos, como o apêndice e o cóccix, sendo utilizados um esqueleto didático, atlas de anatomia humana e cartaz sobre sistemas humanos para representar estes elementos.

O vídeo promocional sobre a série *The Tree of Life*[14], com narração do renomado *Sir* David Attenborough, foi usado para abordar a evolução da vida. O vídeo, com menos de três minutos, foi projetado pela primeira vez sem interrupções e, a seguir, foi reexibido de forma pausada para discutir o que era mostrado nas imagens. No início do vídeo, há uma cena que representa a endossimbiose, isto é, a teoria do surgimento das mitocôndrias e cloroplastos via simbiose entre duas bactérias. Em certo momento do vídeo, aparecem vários animais ligados por linhas brancas representando relações de parentesco, portanto, um cladograma. A partir daí, destacou-se que integramos uma árvore da vida mais ampla do que a formada pelos primatas e outros mamíferos, relacionando este vídeo ao conteúdo do início da aula.

Como a discussão sobre a evolução humana a e árvore da vida permite que se trate do racismo, foi usado o texto *O DNA do Racismo* (PENA, 2008) para tratar deste assunto, reforçando a opinião do autor, de que

> parece existir uma noção generalizada de que o conceito de raças humanas e sua indesejável consequência, o racismo, são tão velhos como a humanidade. Há mesmo quem pense neles como parte essencial da "natureza humana". Isso não é verdade. Pelo contrário, as raças e o racismo são uma invenção recente na história da humanidade (PENA, 2008, s/p.).

[14] Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=xiPKfKhh6dM.

Durante a leitura (imagem abaixo), um educando perguntou se os gladiadores eram escravos (veja o relato abaixo do Aluno 2). Isto representa a compreensão da origem da escravidão como situação sociopolítica, não racial (PENA, 2008), demonstrando o processo reflexivo que a turma manteve durante esta atividade. O passo seguinte foi discutir a condição histórico-racial da escravidão no Brasil.

Figura 1: educandos lendo o texto *O DNA do Racismo* (PENA, 2008) durante aula no ESF em 2015.

Após a leitura (figura 1), tivemos alguns minutos para debate e reflexão e, em seguida, os educandos foram convidados a fazer uma produção textual sobre a sua compreensão da temática da aula até ali. A seguir, destacamos dois trechos[15]:

> [Aluno 1] Por muito tempo a forma de pensar em que o negro é visto como inferior foi ensinada de geração em geração através da cultura. Por este fato, acredito que será difícil que não haja mais racismo em todo mundo, pelo menos não enquanto não mudarmos nossa cultura (F., 15 anos).
>
> [Aluno 2] No começo da vida humana não existia racismo, os escravos eram prisioneiros que perdiam a guerra, um exemplo é o Império Romano que dominava outras terras e os sobreviventes transformavam em escravos, sem distinguir a cor da pele (G., 16 anos).

Na sequência da aula, apresentou-se a árvore da vida, assim como a teoria de que todos os organismos têm uma origem comum e única (assunto que será retomado na aula seguinte). Para entender a árvore da vida, analisamos alguns cladogramas, apresentando como são interpretados e quais teorias estão por trás destes. Foi proposto um exercício de confecção de cladograma dos Perissodactyla, ordem de mamíferos terrestres ungulados com um número ímpar de dedos nas patas, que inclui os cavalos e zebras, os tapires (anta) e os rinocerontes. A

[15] Foi mantida a grafia original.

questão era: como seria a representação deste grupo, sendo os rinocerontes e antas parentes mais próximos entre si do que com os cavalos e zebras. A seguir estão duas figuras feitas pelos educandos.

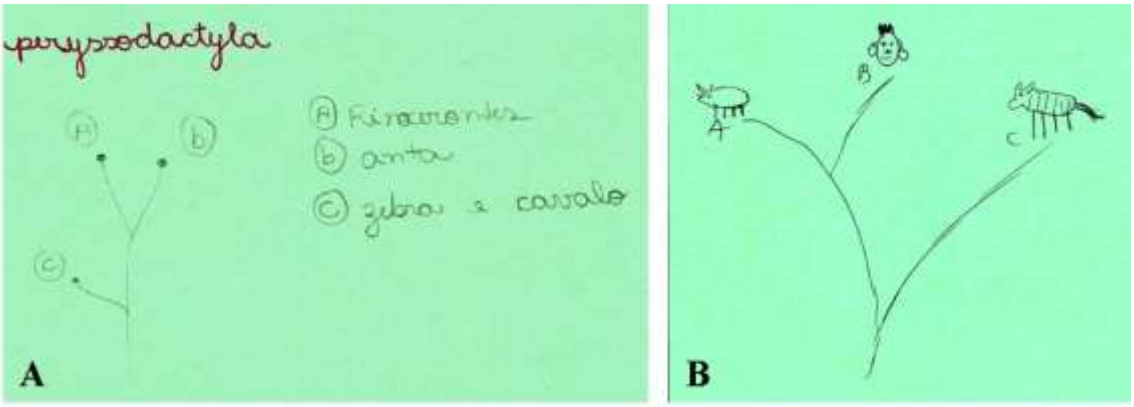


Figura 2: Cladogramas confeccionados por dois educandos. A. representação correta das relações de parentesco; B. versão "alternativa", com a substituição do grupo das antas pelo colega de turma.

A figura 2.B traz a referência à alcunha "anta" (assim como "burro") para o que ou quem se considera ter falta de inteligência. Este uso "contextualizado" reflete a adaptação do cladograma para uma brincadeira entre dois alunos durante a aula. No contexto da aula, tal situação sinaliza uma compreensão adequada para o nível educacional sobre a linguagem filogenética, permitindo um ambiente mais interessante para estes jovens, de forma que impactasse positivamente no seu interesse em relação aos temas tratados, assim como, na participação durante as atividades propostas.

Estados da matéria

Esta aula de biologia e química foi ministrada para 11 alunos entre 13 e 20 anos no dia 16 de maio de 2015. Uma apresentação de *slides* foi usada como direcionamento para a discussão. O tema da aula era os estados da matéria, assim, partiu-se de fenômenos físico-químicos para abordar alguns assuntos relacionados a fatos cotidianos e problemas socioambientais.

Apresentou-se, inicialmente, o exemplo da "fusão" como contextualização das informações apresentadas. Discutimos sobre os *icebergs* e seu derretimento. Neste contexto, tratamos das mudanças climáticas, devido ao aumento do tamanho dos icebergs e da frequência do desprendimento destes nos polos. O debate foi bastante aplicado ao dia a dia,

pois era um assunto já recorrente de aulas anteriores, assim, as principais fontes de Gases Causadores de Efeito Estufa (GEE)[16] já eram conhecidas pelos educandos.

No momento da discussão referente a vaporização, trouxemos alguns *slides* sobre o funcionamento da panela de pressão, incluindo aspectos de economia doméstica.

A panela de pressão é um equipamento que eleva a temperatura de cozimento, ao permitir uma maior pressão dentro desta, devido à borracha que veda a saída de vapor de água, com isto, o ponto de ebulição ocorre em uma temperatura maior, na qual os alimentos serão cozidos. Para evitar uma explosão, a panela tem dispositivos para liberar o excesso de vapor de água, produzindo o barulho característico durante o cozimento. Quando a panela de pressão começa a fazer barulho, a pressão permanece estável e não há aumento na temperatura da água dentro da panela, assim, pode-se diminuir a intensidade do fogo sem prejuízo para o tempo de cozimento, com uma consequente redução no consumo de gás. Este é um caso de ecoeficiência, uma das ações desenvolvidas em educação ambiental, buscando um uso mais racional dos recursos naturais.

Um objetivo do planejamento desta aula foi reforçar que, mesmo sem perceber, usamos informações científicas no nosso cotidiano. Talvez estas informações não modifiquem significativamente as nossas ações costumeiras na cozinha, por exemplo, mas permitem a compreensão de quais são as melhores práticas. Chassot (2003, p. 40), ao tratar de situações semelhantes, afirma que

> vale a pena conhecer mesmo um pouco de Ciência para entender algo do mundo que nos cerca e assim termos facilitadas algumas vivências [...] estas vivências não tem a transitoriedade de algumas semanas. Vivemos neste mundo um tempo maior, por isso vale a pena o investimento numa alfabetização científica.

Podemos considerar que um fato corriqueiro pode ser observado por um viés científico se compreendido a partir do *corpus* de conhecimento existente. Buscando uma análise mais ampla, como proposta por Chassot no excerto acima, a compreensão sobre a convecção[17] contribui para o entendimento de fenômenos como a inversão térmica, as consequências da poluição do ar nas grandes cidades e mesmo a necessidade de rever, por exemplo, a forma de mobilidade nestas cidades, reduzindo o uso de automóveis e de carros movidos a diesel.

Em relação ao comportamento da turma neste dia, os educandos participaram bastante da aula, sobretudo quando o assunto era diretamente ligado ao seu dia a dia. A falta de

[16] As emissões de Gases Causadores de Efeito Estufa (GEEs) brasileiras, em C_{eq}, divulgadas pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) em 2014, apresenta como principais fontes em 2012: energia e agropecuária (37% cada), uso de terra e florestas (15%), processos industriais (7%) e tratamento de resíduos (4%), enquanto os principais GEEs no contexto brasileiro em 2012 foram CO_2 (55,4%), NH_4 (29,1%) e N_2O (14,9%) (BRASIL, 2014).

[17] Citada nesta aula para falar da formação de granizo e fortes chuvas em dias quentes, que envolvem a modificação de estado físico da água. A convecção térmica é o processo de transmissão de calor em que a energia térmica se propaga através do transporte de matéria, devido a uma diferença de densidade e a ação da gravidade. Este processo ocorre somente com os fluidos, isto é, com os líquidos e com os gases, pois na convecção térmica há transporte de matéria.

conhecimento sobre o que era tratado foi perceptível em alguns momentos, assim como o interesse da turma em compreender estes fenômenos físicos. Conseguimos discutir bastante sobre as mudanças climáticas - um tema recorrente nas aulas, sobre o qual os alunos já tinham certo domínio.

Ações educativas de média duração

As ações de média duração reforçam a conexão entre os temas tratados em várias aulas de componentes distintos, possibilitando a interdisciplinaridade. Tais ações são caracterizadas por durarem algumas aulas, como os estudos do meio e projetos desenvolvidos com os alunos, assim como atividades extraclasse, como visitas a áreas verdes e museus.

Os estudos do meio, trabalhos ou atividades de campo, são atividades realizadas fora da escola - pode ser o entorno (comunidade) onde a instituição educacional está inserida, um parque, praça, museu, entre outros locais -, sendo muito utilizados no ensino de Ciências e educação ambiental, assim como para ações educativas relacionadas a outras áreas do conhecimento. "A atividade de campo pode constituir uma excelente alternativa metodológica que permite explorar múltiplas possibilidades de aprendizagem dos alunos, desde que bem planejada e elaborada" (VIVEIRO; DINIZ, 2009, p. 27). Uma justificativa adicional ao desenvolvimento dessas ações no ESF é a possibilidade de apresentar aos educandos locais que talvez ainda sejam desconhecidos por estes e/ou de difícil acesso. Assim, contribuímos para que os educandos conheçam melhor a cidade.

Foi realizado, em dezembro de 2014, um estudo do meio no Parque Estadual do Jaraguá, localizado na cidade de São Paulo-SP, como uma ação de fim de ano. O estudo do meio começou com uma explicação realizada por uma funcionária do Parque sobre o que é uma unidade de conservação, a história do parque e cuidados que os visitantes devem ter neste local, tanto para a preservação das espécies nativas, como para a própria segurança. A seguir, fizemos a trilha entre a sede do parque e o Pico do Jaraguá, que tem pouco mais de 2 km (figura 3B). Ao longo do caminho, foram realizadas dinâmicas envolvendo diferentes disciplinas, como matemática, geografia e biologia (Gamificação[18]) (figura 3C). A discussão referente às questões socioambientais foi realizada em relação à descrição da vegetação que, por ser secundária, reflete uma degradação desta e posterior regeneração, ainda em curso. Ao alcançar os mirantes (um no meio do caminho e dois já próximos do fim da trilha), nos quais podíamos ver a paisagem, discutimos sobre assuntos como urbanização e o processo de fragmentação florestal. A combinação de diversos fatores, como a integração entre os educandos e professores, o fato de estarmos em uma área verde e a contextualização de diversos assuntos tratados ao longo do semestre, fez com que a atividade fosse muito agradável e relevante para todos. No final da atividade, foram entregues doações colhidas por uma campanha realizada no ESF de alimentos para os índios da tribo Guarani localizada no entorno do Parque.

[18] Gamificação tem como "base a ação de se pensar como em um jogo, utilizando as sistemáticas e mecânicas do ato de jogar em um contexto fora de jogo" (BUSARELLO; ULBRICHT; FADEL, 2014, p. 15).

Os museus e centros de ciências, além de estimular a curiosidade dos visitantes, oferecem a oportunidade de suprir, ao menos em parte, algumas das carências da escola (VIEIRA; BIANCONI; DIAS, 2005). Por este motivo, foram realizadas visitas em 2014 e 2015 ao Sabina Escola Parque do Conhecimento, localizado em Santo André-SP (figura 3D), o Museu Catavento - Espaço Cultural da Ciência e o Museu da Imigração do Estado de São Paulo (São Paulo-SP) (figura 3A). Contudo, ao realizar estas visitas, a intenção era ir além da escolarização destas instituições (LOPES, 1991), assim, estas ações foram marcadas pela busca por cultura geral, mais interessante aos educandos e que contribui para a aprendizagem dos mesmos. Foram realizadas atividades pré e pós-visitas, de forma que a atividade tivesse um objetivo pedagógico, apesar de também ser um momento de descontração, reforçando a aspecto lúdico que integra a proposta pedagógica desenvolvida no ESF.

Figura 3: Ações extraclasse. 3.A: Museu da Imigração do Estado de São Paulo; 3.B e 3.C: Parque Estadual do Jaraguá; 3.D: Sabina Escola Parque do Conhecimento. Fotos do autor.

Duas ações de maior duração envolvendo a temática socioambiental, que já foram alvo de outras publicações (LAMIM-GUEDES, 2014, 2015), serão apresentadas aqui de forma sucinta. Elas demonstram a intenção de envolver os alunos em debates complexos no formato de projetos e usando atividades baseadas na resolução de problemas. Nas duas oficinas,

realizadas em 2014, usou-se dispositivos móveis (celulares e *notebooks*) e computadores de mesa (*desktops*) para acessar a internet em busca de imagens e dados sobre problemas ambientais. Na sequência, os educandos produziram *slides* individualmente sobre um problema ambiental escolhido por eles e, por fim, foi realizado um debate para troca de informações entre os alunos. Na segunda oficina (LAMIM-GUEDES, 2015), também se abordou os problemas ambientais, no entanto relacionando-os com Tecnologias Sociais (TSs)[19] reunidas no livro *Água e mudanças climáticas: tecnologias sociais e ação comunitária* (SILVA *et al*., 2012)[20]. No caso das TSs, os educandos apresentaram-nas como alternativas populares frente aos problemas de gestão de recursos hídricos que aumentaram a vulnerabilidade da região à redução no índice pluviométrico. A relação global-local foi importante, principalmente ao destacar a relevância da iniciativa popular frente aos problemas enfrentados pelos alunos em suas comunidades que, por serem periféricas, têm uma menor participação governamental.

Vários educandos abordaram a escassez da água, devido à crise de abastecimento que ocorria durante 2014, cujas consequências impactavam diretamente na vida da comunidade, por exemplo, com o racionamento de água em suas casas e, indiretamente, como a repercussão permanente nos meios de comunicação. Estas duas oficinas tiveram dois resultados que destacaremos neste texto: ela foi geradora de um debate sobre os problemas ambientais e permitiu que os educandos exercitassem a obtenção de informações e a organização destas nos *slides*. Somado a isto, podemos destacar que os educandos puderam experimentar o uso dos celulares e da internet de forma educativa (LAMIM-GUEDES, 2014). As atividades foram muito bem recebidas pelos alunos, que participaram com bastante entusiasmo, tendo um debate bastante intenso e que contribuiu para a formação socioambiental dos participantes. Os equipamentos eletrônicos (dispositivos móveis, *desktop* e projetor de *slides*) foram usados apenas como suporte para a realização da atividade e, desta forma, o papel do educador como mediador para a construção coletiva do conhecimento foi reforçado (LAMIM-GUEDES, 2014).

Considerações finais

A proposta pedagógica adotada no ESF é baseada em uma abordagem interdisciplinar, implementada seguindo algumas ações fundamentais, como unir na mesma aula disciplinas distintas, ludicidade, uso de TICs, relações horizontais, participação dos alunos e a abordagem do contexto local. O cenário composto pela possibilidade de aulas no contra turno ou aos sábados, poucos alunos por turma, a possibilidade de tirar dúvidas (presencialmente ou através de mídias sociais).

[19] Tecnologias sociais (TSs) são produtos, técnicas ou metodologias de baixo custo de implementação e com alto potencial de transformar as realidades locais, sendo soluções simples e reaplicáveis com possibilidade de minimizar problemas socioambientais (LAMIM-GUEDES, 2015).

[20] Nesta oficina, os alunos receberam cópias impressas deste livro para conhecer as TSs e completaram suas pesquisas acessando à internet.

As ações didáticas apresentadas neste texto retratam a aplicabilidade da proposta pedagógica do ESF, em ações de ensino de biologia, com foco no tratamento de temas socioambientais de forma interdisciplinar e contextualizadas. Tais ações dependem de uma infraestrutura mínima, como o acesso à internet, computadores, e condições favoráveis como a articulação entre educadores, treinamento docente e um objetivo institucional de contribuir para melhorias nas condições educacionais.

Aliado a isto, está a formação dos alunos para um engajamento crítico na vida da cidade, favorecido ao estudar sobre os problemas socioambientais desta e conhece-la melhor, por exemplo, a partir das atividade extraclasse. De forma geral, esta proposta pedagógica contribui para a emancipação dos educandos atendidos, sobretudo as meninas, conforme abordado por Lamim-Guedes *et al.* (2014), ao apresentar alguns relatos de educandos do ESF.

Este relato apresenta práticas que podem ser integradas à proposta pedagógica de outras instituições, sobretudo escolas que pretendam inovar em suas práticas educativas. Apesar dos resultados positivos, novas experimentações são necessárias, por exemplo, uma integração mais efetiva das TICs nas aulas. Aliado a isto, a diversificação das metodologias é uma ação continua e relevante para contribuir para inovações educacionais.

Referências bibliográficas

ANDERSON, T.; DRON, J. Três gerações de pedagogia de educação a distância. **EaD em Foco**, v. 2, n. 1, 119-134, out. 2012.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm>. Acesso em: 17.jan.2016.

BRASIL. Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 17.jan.2016

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** (texto para consulta pública). Brasília: MEC, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco**: o que uma coisa tem a ver com a outra? Brasília: MMA, 2011.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil**. 2 ed. Brasília: MCT, 2014.

BUSARELLO, R. I.; ULBRICHT, V. R.; FADEL, L. M. A gamificação e a sistemática de jogo: conceitos sobre a gamificação como recurso motivacional. *In*: FADEL, L. M.; ULBRICHT, V. R.; BATISTA, C. R.; VANZIN, T. **Gamificação na Educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. p. 11-37.

CHASSOT, A. I. **Alfabetização Científica**: questões e desafios para a educação. 3 ed. Ijuí:

Unijuí, 2003.

CHASSOT, A. I. A ciência é masculina? É, sim senhora!... **Contexto e Educação**, ano 19, n. 71/72, p. 9-28, 2004.

EDUCADORES SEM FRONTEIRAS (2013). Disponível em <http://www.educadoressemfronteiras.org.br/home#!educadores>. Acesso em: 17.jan.2016.

ESTADO DE SÃO PAULO. Criminalidade bairro a bairro. 2016. Disponível em <http://infograficos.estadao.com.br/cidades/criminalidade-bairro-a-bairro/>. Acesso em: 17.jan.2016.

ESTEVES, B. Os seixos da discórdia. **Piauí**, v. 88, p. 32-37, 01 jan. 2014.

IBGE. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011.

LAYRARGUES, P. P. A resolução de problemas ambientais locais deve ser um tema-gerador ou a atividade-fim da Educação ambiental. *In*: REIGOTA, M. **Verde cotidiano**: o meio ambiente em discussão. 3 ed. Petrópolis: DP et alii, 2008. p. 131-148.

LAMIM-GUEDES, V. Dispositivos móveis e a discussão de problemas ambientais em sala de aula. **Educação Ambiental em Ação**, v. 48, 2014.

LAMIM-GUEDES, V. Tecnologias Sociais e Educação Ambiental: analisando soluções para a crise hídrica em Pão Paulo. **Educação Ambiental em Ação**, v. 53, 2015.

LAMIM-GUEDES, V.; SANTANA, E.; SOUZA, L. S.; ROCHA, P. G. M. Empoderamento feminino sem fronteiras. **Global Education Magazine**, v. 7, p. 28-31, 2014.

LEFF, E. **Saber ambiental**. 6. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

LOPES, M. M. A favor da desescolarização dos museus. **Educação & Sociedade**, V. 40, p. 443-455, 1991.

MARIA, L; SIMÕES, C. Mobilização pela Paz. **Le Monde Diplomatique Brasil**, Edição 37 - Agosto 2010. Disponível em <http://www.diplomatique.org.br/artigo.php?id=740>. Acesso em: 14.dez.2015.

MINC, C. **Ecologia e Cidadania**. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2005.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino**: as abordagens do processo. São Paulo: EPU, 1986.

NEVES, F. M. A diferenciação centro-periferia como estratégia teórica básica para observar a produção científica. **Revista de Sociologia e Política**, Curitiba, v. 17, n. 34, p. 241-252, out. 2009.

PENA, S. D. J. O DNA do Racismo. 2008. **Ciência Hoje**. Disponível em: <http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/4345/n/o_dna_do_racismo>. Acesso em: 17.jan.2016.

SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo. **Educação Ambiental e Desenvolvimento**: documentos oficiais, São Paulo, 1994.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de

química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, p. 101-118, 2010.

SILVA, M. N.; GONTIJO, A. B.; LAMIM-GUEDES, V.; SANTOS, M. E. G. **Água e mudanças climáticas**: tecnologias sociais e ação comunitária. Belo Horizonte: CEDEFES; Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2012.

SILVA, M.; LEITE, L.; PEREIRA, A. A resolução de problemas socio-científicos: que competências evidenciam os alunos de 7º. Ano?. In: ENCONTRO SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS, 2013, Braga, Portugal. **Atas...** Braga: Portugal, 2013. p. 186-199.

USP. Construindo a Árvore. Entendendo a evolução para professores. Disponível <http://www.ib.usp.br/evosite/evo101/IICTreebuilding.shtml>. Acesso em: 17.jan.2016.

VENTURA, P.C.S. Por uma pedagogia de projetos: uma síntese introdutória. **Educação & Tecnologia**, Belo Horizonte, v.7, n.1, p.36-41, jan./jun. 2002.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M.L.; DIAS, M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 21-23, 2005.

VIVEIRO, A.A.; DINIZ, R.E.S. As atividades de campo no ensino de ciências: reflexões a partir das perspectivas de um grupo de professores. *In*: NARDI, R. (org). **Ensino de Ciências e Matemática I**: temas sobre a formação de professores. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. pp. 27-42.

Atravessando os muros da universidade: As contribuições do evento "O que fazem o(a)s biólogo(a)s? Seguindo seus passos na história" na ampliação da percepção pública da ciência e a formação docente

Through the walls of the university: The contributions of the event "What do the biologist(s) do? Following their steps in history" in extension of the public perception of science and teaching training

Vanessa Imaculada dos Reis Valério [a]
Pedro Henrique Cardoso [b]
Polônia Cíntia Nunes Rocha [c]
Daniela Pereira Carvalho [d]
Ana Carolina Costa Resende [e]
Laís Stehling de Queiroz Nascimento [f]
Cirlene Sandy da Silva Pereira [g]
Gabriela Barreto de Oliveira [h]
Andressa Cabral [i]
Ana Luíza Albertoni [j]
Marcus Vinicius de Mello Senra [k]
Luiz Guilherme Campos Burnier Ganimi [l]
Elisa Guimarães Cabral [m]
Felipe Ferreira dos Santos [n]
Jéssica Ferraz Lopes [o]
Mariana Cassab Torres [p]

[a] Universidade Federal de Juiz de Fora (vanessaimaculadajf@hotmail.com).
[b] Universidade Federal de Juiz de Fora (pedrohenriquec06@hotmail.com).
[c] Universidade Federal de Juiz de Fora (polonia_nunes@hotmail.com).
[d] Universidade Federal de Juiz de Fora (danielap.carvalho@hotmail.com).
[e] Universidade Federal de Juiz de Fora (acarolina.rcosta@gmail.com).
[f] Universidade Federal de Juiz de Fora (lais.stehling@gmail.com).
[g] Universidade Federal de Juiz de Fora (cirlene.s.pereira@gmail.com).
[h] Universidade Federal de Juiz de Fora (gabrielabarreto.ufjf@gmail.com).
[i] Universidade Federal de Juiz de Fora (acabral@outlook.com.br).
[j] Universidade Federal de Juiz de Fora (analuh18@hotmail.com).
[k] Universidade Federal de Juiz de Fora (vinicius.senra@hotmail.com).
[l] Universidade Federal de Juiz de Fora (lgganimi@gmail.com).
[m] Universidade Federal de Juiz de Fora (elisacabralsf@yahoo.com.br).
[n] Universidade Federal de Juiz de Fora (ffsantos000@gmail.com).
[o] Universidade Federal de Juiz de Fora (jessicaferrazlopes@hotmail.com).
[p] Universidade Federal de Juiz de Fora (mariacassab@yahoo.com.br).

RESUMO
Este trabalho foi desenvolvido no contexto de uma disciplina que discute educação científica em espaços não escolares, oferecida no curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora. Buscando problematizar aspectos que tocam o processo de produção do conhecimento científico, elaboramos um evento em que educandos visitaram os espaços de pesquisa no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade e conheceram o trabalho do(a) biólogo(a) por meio de seções interativas que mostravam as três grandes áreas da Biologia. A partir dessa experiência formativa os atores envolvidos tiveram a oportunidade de questionar visões de cientista que circulam no senso comum, desconstruir estereótipos e reconhecer as contribuições relacionadas à educação científica em espaços diferentes da escola.
PALAVRAS-CHAVE: Divulgação Científica. Ensino de Ciências e Extensão. Popularização da Ciência. Formação de professores.

ABSTRACT
This work was developed in the context of a discipline that discusses scientific education in non-school spaces, offered in the course of Biological Sciences of the Federal University of Juiz de Fora. In order to problematize aspects that touch the process of production of scientific knowledge, we elaborated an event in which students visited the research spaces at the Institute of Biological Sciences of the University and knew the work of the biologist through interactive sections that showed the three major areas of biology. From this formative experience the actors involved had the opportunity to question visions of scientists that circulate in common sense, deconstruct stereotypes and recognize the contributions related to scientific education in different spaces of the school.
KEYWORDS: Scientific Disclosure. Science teaching and extension. Popularization of Science. Teacher training.

Introdução

O conceito de educação vem sendo discutido ao longo dos séculos e ainda que haja muitas definições, de um modo geral, pode-se dizer que "Educação é um processo contínuo que orienta e conduz o indivíduo a novas descobertas a fim de tomar suas próprias decisões, dentro de suas capacidades." (KELMA PAMPLONA, 2014, p.1).

Segundo Gohm (1999) e Colley *et al.* (2002), a educação, enquanto forma de ensino-aprendizagem, pode ser classificada em três diferentes formas: a educação formal, a qual todo cidadão tem direito garantido pelo Estado e é desenvolvida nas escolas; a educação informal, transmitida pelos pais, no convívio com amigos, ou mesmo através de leituras, em clubes, teatros, entre outros; e a educação não-formal, distinguida por apresentar características de ambas. Essa pode ser definida como a que proporciona a aprendizagem de conteúdos da escolarização formal em espaços como museus, centros de ciências, jardins botânicos, ou qualquer outro espaço em que as atividades sejam desenvolvidas de forma bem direcionada, com um objetivo definido.

No campo da Educação em Ciências, a Alfabetização Científica tem se constituído um tema frequente de debate, tornando-se um importante objetivo para a educação científica, tanto em espaços formais, quanto não formais de aprendizagem (MAGALHÃES *et al.*, 2014, p.15). Neste âmbito, podemos citar o trabalho de Sasseron *et al.* (2011) que destaca a Alfabetização Científica como um dos objetivos centrais para o ensino de Ciências, considerando a importância dos estudantes compreenderem os modos pelos quais a pesquisa científica é realizada, de que maneira seus resultados são validados, assim como o entendimento do meio pelo qual as conexões entre Ciência, Tecnologia e Sociedade acontecem. Os autores acreditam que o destaque dado à relação entre Alfabetização Científica e ensino de Ciências encontra base, respaldo e consistência na percepção da existência de uma sociedade inserida em ferramentas e informações frutos da sociedade científica e tecnológica. Sendo assim, essa percepção gera uma necessidade emergente de formar alunos críticos em relação à Ciência, de forma a melhor compreenderem e atuarem na sociedade atual.

Essa é uma exigência ainda maior se considerarmos a atual conjuntura política do país. O Brasil passa por um momento político, econômico e cultural muito delicado. Expressão desse quadro foi a recente aprovação da Proposta de Emenda Constitucional - PEC 55 - pelo Senado Federal que limitará o crescimento de gastos públicos à taxa da inflação pelos próximos 20 anos. Considerando que nas Universidades Federais são desenvolvidas mais de 85% das pesquisas científicas produzidas no Brasil (Rede Brasil Atual, 2016), pode-se concluir que o congelamento nos investimentos destinados a essas instituições irá interferir diretamente no desenvolvimento científico e tecnológico do país. O orçamento do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (atualmente MCTIC, após fusão com a pasta das Comunicações) encolheu consideravelmente nos últimos anos, apresentando queda de aproximadamente 50% em relação ao ano de 2010 (FLORENZANO, 2016). Deste modo, estaremos sentenciados a um cenário lamentável. Segundo o presidente da Academia Brasileira de Ciências (ABC), Luiz Davidovich, a aprovação da PEC 55 será desastrosa e "se continuarmos na situação atual por mais 20 anos será mortal, vamos voltar ao status de

colônia extrativista" (ABC, 2016).

Diante disso, é preciso investir na formação crítica e política dos alunos da escola básica e também dos futuros professores de Ciências e Biologia que atuarão em um contexto social de grande influência científica e tecnológica, mas inserido em um cenário político e social instável. Em tempos de mudanças e instabilidade é preciso refletir e estimular uma formação que permita uma atenção protagonista de futuros discentes e docentes com disposição para promover reflexões e articular as diferentes informações, realidades e espaços.

Diante deste cenário, este trabalho teve como objetivo socializar a experiência formativa relacionada ao planejamento, realização e avaliação do evento "O que fazem o(a)s biológo(a)s? Seguindo seus passos na história", que buscou diferentes estratégias para ampliar o conhecimento do público a respeito de diversos temas das áreas das Ciências, com foco específico no que tange essa profissão.

Fundamentação teórica

Como o desenvolvimento social e econômico de um país está fortemente vinculado ao progresso científico e tecnológico e à situação da educação da população, Lorenzetti e colaboradores (2008) propuseram um ensino de Ciências que trabalhe integrado ao contexto da Alfabetização Científica, destacando a importância de não somente almejar a formação de futuros cientistas, mas fornecer subsídios para que os alunos desenvolvam habilidades de compreender e discutir os significados e aplicações da Ciência.

Diante disso, a divulgação do saber científico deve ser compreendida como um direito dos cidadãos brasileiros, uma vez que boa parte do dinheiro público é investida nesses ramos. Destaca-se ainda que, "a divulgação científica deve ser dirigida à grande massa da nossa população e não apenas à sua elite, promovendo a popularização do conhecimento que está sendo produzido nas universidades e centros de pesquisa" (MELO, 1982, p.21). Do mesmo modo, Carneiro (2009) faz referência à relevância de se divulgar a Ciência em uma perspectiva social, acreditando que, com o aumento das possibilidades de acesso ao conhecimento, as desigualdades sociais podem ser diminuídas.

Nessa linha de argumentação destaca-se o potencial formativo que emerge do trabalho desenvolvido pelas Universidades. Cazelli *et al.* (1999), por exemplo, afirmam que as universidades precisam assumir um elo integrador que permita a interação e aprofundamento das relações entre a Educação Básica e o Ensino Superior, estimulando a busca do conhecimento científico. Nos espaços das universidades podem ser oferecidas importantes atividades, no que diz respeito à inclusão social deste segmento da população carente de conhecimentos de ciência e tecnologia.

Por este motivo vê-se a necessidade da implementação de ações que visem à popularização da Ciência por meio da mediação da linguagem científica para uma linguagem compreensível, pressupondo um processo de recodificação. Isto é, a transposição de uma linguagem especializada para uma linguagem acessível e decodificada, com o objetivo

primordial de ampliar a percepção pública acerca de temas que tocam esse tipo de produção humana (BUENO, 1984; REIS, 2002).

No contexto atual, os avanços científico-tecnológicos têm sido marcantes na melhoria da qualidade de vida das populações, ainda que a distribuição de seus benefícios ainda seja extremamente desigual e injusta. Muitas pessoas criam uma falsa imagem do que é Ciência e desconhecem como ela funciona. Na escola, a concepção de Ciência como verdade absoluta disputa supremacia entre visões críticas dos processos de produção científica. Além disso, é comum a imagem estereotipada dos cientistas, "os estudantes pensam que o cientista é um indivíduo do sexo masculino, solitário e que interage somente com seu mundo" (KOSMINSKY E GIORDAN, 2002, p. 14).

Nesse sentido, Gomes (2012) diz que um dos papéis da divulgação científica no ensino seria contribuir para desmistificação da superioridade da Ciência, contribuindo para construção de um novo conceito acerca da prática científica. Portanto, acredita-se na importância da divulgação científica para a sociedade, particularmente no ensino, favorecendo ao educando uma intervenção crítica na realidade que o cerca.

Motivações para realização do projeto "O que fazem o(a)s biólogo(a)s? Seguindo seus passos na história"

As universidades, como um dos principais centros de formação docente e pesquisa no Brasil, têm papel fundamental na ampliação da percepção pública acerca da Ciência de toda a população. Por isso, como forma de promover o conhecimento produzido nestes espaços, é essencial que seja fomentada a cultura de formação de atores comprometidos com a divulgação científica, buscando meios para estabelecer um diálogo colaborativo e de aprendizagem entre a sociedade e o ambiente acadêmico.

Com esta preocupação, surgiu no âmbito das disciplinas "Reflexões e Estágio sobre a atuação no espaço escolar II - Ensino de Biologia", do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), o interesse de organizar e realizar uma atividade voltada para o público escolar externo à UFJF que se ocupasse em problematizar o trabalho do(a) biólogo(a) e as visões de Ciência associadas à sua ação. Nessa linha, foi desenvolvido em parceria entre a Faculdade de Educação e o Instituto de Ciências Biológicas (ICB) - especialmente o Museu de Malacologia Professor Maury Pinto de Oliveira e a equipe do PIBID/Biologia - o projeto "O que fazem o(a)s biólogo(a)s? Seguindo seus passos na história". Esse propôs o desenvolvimento de atividades de divulgação científica voltadas para a ampliação da percepção pública das Ciências, com foco específico no debate acerca da profissão do(a) biólogo(a).

A função do(a) biólogo(a) é estudar a vida em todas as suas formas e manifestações, podendo atuar em diversos campos, desde o laboratório, passando pela docência ou até mesmo em meio à natureza. Oliveira *et al*. (2003) é categórico em afirmar que, atualmente, em face ao desenvolvimento científico e tecnológico, a atuação profissional do(a) biólogo(a) tem ganhado maior destaque na mídia. Realmente, somente há pouco tempo, com as questões

ambientais em foco nos meios de comunicação e com o advento da genética moderna e a explosão da Biotecnologia que a Biologia ganhou maior destaque na sociedade.

No entanto, ainda assim

> o trabalho profissional dos biólogos ainda é pouco conhecido e reconhecido pelo grande público, que muitas vezes não está familiarizado com suas múltiplas atribuições previstas na lei. Este é um dos fatores que dificultam a inserção dos biólogos no mercado de trabalho, principalmente em áreas de competência já ocupadas por outros profissionais. Há, portanto necessidade de consolidar a imagem profissional junto à sociedade e de preparar os futuros biólogos para os desafios que enfrentarão após a conclusão do curso. (ROSA, 2000, p. 63).

Além dessa dimensão que se refere à formação e atuação desse profissional específico, argumentamos que realizar uma atividade centrada no trabalho do(a) biólogo(a) contribui para qualificar a Educação em Ciências e Biologia desenvolvida na escola, tanto por conta da experiência formativa propiciada aos futuros docentes, quanto em função da construção de parcerias entre universidade e escola básica.

No contexto da formação docente, os licenciandos são incitados a enfrentar o desafio de planejar e desenvolver coletivamente ações que explorem os potenciais educativos próprios de espaços de formação científica não escolar, como no que se refere (i) à seleção dos conhecimentos mobilizados mediante critérios que não meramente escolares, (ii) à produção de recursos expositivos comprometidos com aspectos estéticos, lúdicos e cognitivos, (iii) à utilização de recursos logísticos não disponíveis na escola, que ampliam a aprendizagem do educando em relação à cultura cintífica, (iv) às formas de interação/mediação privilegiadas durante a ação educativa, (v) ao tipo de linguagem mobilizada, entre outros.

Já a parceria entre universidade e escola favorece a democratização do espaço acadêmico para sujeitos sociais que muitas vezes desconhecem o trabalho desenvolvido no âmbito dessa instituição e sua importância. Essa é uma forma de democratizar a ciência e também o direito à educação superior. Afinal, é preciso desenvolver ações que tornem a universidade familiar a todos os segmentos da população e não apenas aqueles com maior poder aquisitivo. Na avaliação feita ao final da visita ao ICB, por exemplo, dentre as 53 fichas avaliativas respondidas, 27 sujeitos declaram ser essa a primeira vez a entrar na universidade.

Nesta lógica, o evento buscou integrar ações de ensino e extensão em uma tarefa conjunta de proporcionar vivências formativas aos licenciandos e aproximar as atividades científicas do(a)s biólogo(a)s da Universidade Federal de Juiz de Fora junto à população, visto o pouco conhecimento desta sobre este profissional e sua ciência específica. Assim, o ICB da UFJF tornou-se um espaço aberto à aprendizagem, onde os educandos tiveram a chance de conhecer as instalações relacionadas ao estudo da Biologia, como um herbário,

manusear e visualizar instrumentos e materiais que são estudados e utilizados pelo(a)s biólogo(a)s, como microscópios, lâminas, lupas, pinças, vidrarias, entre outros. Objetos emblemáticos da cultura científica provavelmente vistos, na maioria das vezes, em aulas conceituais.

Assim, o projeto intitulado "O que fazem o(a)s biólogo(a)s? Seguindo seus passos na história" teve por objetivo implementar na instituição um espaço de divulgação científica, a fim de encurtar a fronteira que separa profissão, universidade e ambiente escolar. Dessa forma, contribuir para ampliar a percepção pública sobre a atuação profissional do(a) biólogo(a), percorrendo seus aspectos históricos, suas rotinas de trabalho e impacto científico em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas da época. A partir da apresentação dos diferentes sujeitos e metodologias utilizadas na produção do conhecimento biológico, esperou-se questionar as visões de cientista no senso comum e, dessa forma, desmistificar os padrões do mesmo como um homem branco meio *louco*, que costuma trabalhar isoladamente.

A proposta do evento: objetivos e organização

O evento "O que fazem o(a)s biólogo(a)s? Seguindo seus passos na história" aconteceu no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, nos períodos matutino (de 8 às 12 horas) e vespertino (de 13 às 17 horas) do dia 24 de novembro de 2016. A ação desenvolvida pretendeu problematizar algumas das possíveis áreas de atuação do(a) biólogo(a) em atividade na referida instituição, a partir de abordagens que tratem de sua ação no passado, presente e futuro dessa ciência específica.

Assim, em meio ao debate coletivo e orientado pelas professoras da Faculdade de Educação e do Museu de Malacologia, definiu-se os seguintes objetivos: (i) visitar alguns dos laboratórios a fim de apresentar o dia-a-dia desse profissional; (ii) exibir os instrumentos utilizados em diferentes áreas de estudo com a intenção de aproximar os alunos da realidade vivida nestes ambientes de trabalho; (iii) mostrar a evolução dos instrumentos utilizados na Ciência sem deixar de reconhecer sua importância nas épocas que eram utilizados; (iv) conhecer espaços que guardam coleções científicas com o intuito de preservar o patrimônio da biodiversidade brasileira e que são utilizados para estudos e para a educação, como o Herbário Leopoldo Krieger (CESJ) e o Museu de Malacologia Prof. Maury Pinto de Oliveira; (v) apresentar diferentes áreas da Biologia de forma integrada; (vi) ampliar a visão de como é a profissão biólogo(a); (vii) desconstruir o estereótipo de cientista homem e branco a partir da valorização das diferenças de gênero, pertencimento étnico e de origem territorial e orientação sexual; (viii) apresentar alguns dos protagonistas dessa Ciência que exerceram pesquisas importantes nas esferas internacional, nacional e local e (ix) possibilitar que escolas públicas da rede de ensino de Juiz de Fora conhecessem as instalações da UFJF e o trabalho desenvolvido em uma de suas unidades, dessa forma, democratizando a Ciência e o acesso ao ensino superior.

Uma frente de trabalho importante relacionou-se à divulgação do evento. Para tal foi produzido um cartaz com sua arte, aberta uma conta de e-mail e construída uma página na

mídia social do Facebook

A equipe do PIBID/Biologia contribuiu, nessa etapa, com a divulgação do evento através do contato com as escolas parceiras.

A confirmação de participação foi efetivada mediante o preenchimento de uma ficha de inscrição da escola que foi enviada para o e-mail do evento. No total, o evento foi prestigiado com a participação quatro escolas e 187 pessoas. Desse total, cerca de 150 pessoas compunham o público inscrito e o restante se refere à Comissão Organizadora e aos Bolsistas do PIBID que atuaram como mediadores durante a ação.

Para execução do projeto a turma foi dividida em grupos relacionados a cada seção temática, dentre elas Botânica, Zoologia, Ecologia, Saúde e Biotecnologia, definidas para orientar a visitação ao ICB.

No âmbito do estágio, esses grupos de trabalho se reuniram durante o segundo semestre de 2016 para conceber as ações e colocá-las em prática. Periodicamente, toda a turma se reunia para debater as propostas e definir coletivamente os caminhos a serem tomados. A partir dessas discussões, o evento foi divido em oito seções (Tabela 1).

Tabela 1. Seções do evento

SEÇÕES
1 - O SECRETO MUNDO DOS INVERTEBRADOS
2 - ANIMAIS FANTÁSTICOS E ONDE HABITAM
3 - *O QUE É O QUE É* MALACOLOGIA?
4 - VOCÊ JÁ COMEU DNA HOJE?
5 - O NANOUNIVERSO
6 - VOCÊ SABE O QUE É UM HERBÁRIO?
7 - EXPLORANDO O MUNDO DAS PLANTAS: O MACRO, O MICRO E AS SENSAÇÕES
8 - LINHA DO TEMPO

Nessas seções, três grandes áreas da Biologia foram privilegiadas, sendo elas: Saúde, Biotecnologia e Meio Ambiente. As áreas de Saúde e Biotecnologia foram discutidas em duas seções. Nestas foram abordados temas que envolveram práticas de extração de DNA, experimentações para mostrar a ocorrência e a utilização das nanopartículas e uma explanação sobre técnicas de biossegurança. Enquanto na área de Meio Ambiente os temas foram distribuídos em 5 seções focando saberes relacionados à Zoologia, Botânica e Ecologia, tais como: exposição de espécimes vivos e fixados de diferentes grupos animais, englobando répteis, anfíbios, moluscos e artrópodes, além de exemplares de grupos vegetais, como criptógamas e fanerógamas. Foi demonstrado como são realizadas algumas etapas de um estudo científico, desde a coleta dos organismos até sua utilização, ressaltando a multidisciplinaridade presente nesta profissão. Essa organização temática relaciona a forma

como o curso de Ciências Biológicas está organizado na UFJF. A visitação as sete primeiras seções foi reservada apenas aos alunos da escola pública que agendaram a participação no evento. Isso porque as instalações visitadas tinham limites no aporte do número de pessoas capazes de acolher com qualidade de interação e segurança. A visitação em cada seção foi limitada à duração de 15 a 30 minutos e com no máximo 25 alunos, tendo em vista uma otimização de seus momentos e vivências nesta experiência.

A oitava seção "Linha do Tempo" foi concentrada em um espaço aberto e sem restrição quanto ao tempo de visita e o número de visitantes, possibilitando que todos os frequentadores do ICB tivessem a oportunidade de participar do evento.

Foi composta pela exposição de 23 personalidades engajadas com a produção do conhecimento biológico ao longo da história. Esses protagonistas foram selecionados pela turma mediante critérios que valorizavam as diferenças de etnias, gênero, orientação sexual, nacionalidade e área da Biologia que dedicou seu estudo. Os homenageados foram expostos de forma a privilegiar uma apresentação estética e lúdica. Foram impressos uma foto de cada personalidade e balões com falas em primeira pessoa que apresentavam aspectos de sua biografia profissional e pessoal. Assim, o visitante tinha acesso a informações sobre sua área de estudo e seu gosto particular por macarrão, por exemplo. O corpo da personalidade foi representado por vestimentas comuns e, em alguns casos, jalecos pendurados num cabide. Ao lado de cada um, foram expostos em uma mesa instrumentos e objetos que faziam menção a seus trabalhos e interesses. Alguns professores da UFJF foram selecionados a fim de valorizar a história local do curso e o trabalho que é desenvolvido nessa instituição.

Esta seção teve por finalidade desconstruir o estereótipo de cientista amplamente divulgado e aceito no coletivo social, além de evocar o trabalho do(a) biólogo(a), exibindo os diferentes campos de atuação e suas constantes atualizações e modificações ao longo do tempo.

Ao final da linha do tempo, foi fixado um espelho abaixo dos dizeres: "O(A) biólogo(a) do futuro". Esta seção também era composta por um painel, onde os visitantes podiam deixar registrada sua opinião sobre o evento, e a exposição de caixas enfeitadas. O interior das caixas continha frases relacionadas ao mundo da Biologia, que faziam menção aos atores e conhecimentos dessa área ou ao contexto político de produção da Ciência no país.

O deslocamento dos visitantes nesses espaços foi orientado por mediadores satélites, que ficaram responsáveis em acompanhar o mesmo grupo no decurso de toda a visitação. Esses mediadores receberam um itinerário de percurso para cada grupo previamente organizado. Em cada seção haviam mediadores fixos com o objetivo de promover a interação do grupo de alunos com os recursos expositivos interativos. O trabalho de mediação e execução das propostas apresentadas em cada seção foi problematizado no contexto das aulas teóricas desenvolvidas no curso de Reflexões em Espaços não Escolares, especialmente através da leitura debatida de textos de Martha Marandino (2016).

Os espaços expositivos interativos: saberes, recursos e práticas valorizadas

Essa parte do texto tem como objetivo fazer uma breve relatoria de cada uma das oito

seções que integraram à visita ao ICB. Centrada na apresentação de seus objetivos específicos e na descrição dos recursos expositivos e práticas, procura apresentar aspectos que tocam o trabalho de mediação desenvolvido e os desafios enfrentados durante as visitas.

Na seção "O secreto mundo dos invertebrados" foram trabalhados o Filo Mollusca e o mundo microscópico presente dentro do tanque de uma bromélia. Um dos objetivos traçados para essa seção foi promover experiências que ampliassem o olhar dos visitantes em relação ao mundo microscópico tão vasto e com tanta diversidade. Outros pontos abordados foram as técnicas de estudo dos moluscos, a caracterização do hábitat desses animais, focalizando a importância da conservação das espécies e do meio onde vivem. Foram também apresentados exemplares *in vivo*, pois este é um grupo que possui além da importância ecológica, importância médica e econômica.

Durante a prática do mundo microscópico, os alunos tiveram a oportunidade de montar sua própria lâmina a partir de uma gota d'água retirada do tanque da bromélia para posterior observação ao microscópio. Para muitos dos visitantes, este foi seu primeiro contato com o instrumento. Eles se mostraram *encantados* ao observar formas de vida que, até então, eram desconhecidas. Essa iniciativa se mostrou importante, pois além de não limitar a seção a algo apenas expositivo/contemplativo, permitiu que os alunos tivessem uma noção de como é feito um procedimento técnico realizado em laboratório. Os alunos também se mostraram bastante envolvidos nas atividades relacionadas ao grupo dos moluscos. Dúvidas foram sanadas e eles relataram curiosidades sobre estes animais e confrontaram seus conhecimentos prévios com os novos conhecimentos apresentados, dessa forma, ampliando seus saberes acerca destes organismos.

A seção "Animais fantásticos e onde habitam" problematizou aspectos que tocam o trabalho do(a) biólogo(a) em campo, a diferença de animais peçonhentos e venenosos e o cuidado que precisamos ter com esses animais. Como forma de valorizar a dimensão estética do espaço, a sala foi decorada com uma teia gigante com uma aranha de feltro. Foram distribuídos nas paredes da sala cartazes que apresentavam curiosidades sobre alguns animais peçonhentos abordados no espaço. Um destes indicava os bairros no mapa de Juiz de Fora com maior percentual de acidentes com aranhas e escorpiões. Através do debate sobre sucessão ecológica, buscou-se problematizar a questão do desequilíbrio ecológico que pode afetar as espécies, o meio ambiente e a vida dos humanos em face do extermínio desses animais e de seus ambientes de vida.

Os visitantes demostraram grande interesse pelo mapa, em especial sobre os bairros onde residem e estudam. Alguns alunos debateram sobre os assuntos discutidos e esclareceram dúvidas. Mesmo assim, percebemos que alguns visitantes demonstraram resistência em problematizar suas concepções anteriores de aversão a esses animais.

Outro recurso expositivo mobilizado foram espécimes de aracnídeos, répteis e anfíbios fixados. Todos com suas respectivas imagens impressas ao lado, para que os visitantes tivessem uma noção mais realista das tonalidades de cores que esses animais apresentam na natureza. Apenas um exemplar de animal *in vivo* foi exposto: uma caranguejeira dentro de um aquário com a devida segurança. Os alunos tiveram uma boa interação com ela e acharam muito interessante a oportunidade de ver este animal de forma tão próxima. Procurou-se trabalhar o diálogo entre os saberes científicos e saberes tradicionais através da exploração

dos conhecimentos prévios apresentados pelos alunos ao longo da mediação. Desse modo, buscou-se esclarecer dúvidas, provocar indagações e discutir a importância da conservação dos habitats naturais destes animais, inclusive no que toca as consequências para saúde humana.

Os alunos foram instruídos a andarem pelas bancadas e interagirem com os recursos que foram disponibilizados, inclusive manusear os espécimes. O diálogo foi o diferencial dessa seção, os visitantes foram muito participativos, relatando experiências pessoais e esclarecendo dúvidas em relação a alguns saberes populares. Uma questão levantada pelos alunos foi com relação a como proceder caso eles encontrassem algum desses animais em suas casas. Foi esclarecido de modo geral que diante dessas situações, uma postura aconselhável é ligar para órgãos especializados em proteção animal ou para os bombeiros para a realocação adequada do animal.

Com a intenção de abordar o tema de biossegurança de campo foram expostos instrumentos utilizados pelo(a)s biólogo(a)s, tais como botas, lanternas, perneiras, roupas de manga comprida e armadilhas de captura como o *pitfalls* e funil. Muitos alunos relataram que não tinham conhecimento que existiam tantas questões de segurança a serem observadas em uma ida ao campo. Dentre os desafios enfrentados durante a visita, destacam-se a questão do controle do tempo da mediação; lidar com alunos que relataram ter fobia de alguns dos animais expostos, mesmo estes estando fixados; e a cautela e respeito necessários no trato das questões polêmicas e atitudes defensivas de alguns visitantes que, por medo, apresentaram dificuldade em reconhecer a importância desses animais na natureza. Apesar disso, foi nítido através de relatos e do olhar curioso dos alunos, que eles gostaram demasiadamente da seção.

A seção "*O que é o que é* malacologia" propôs aos visitantes conhecerem o Museu de Malacologia da UFJF, fundado em 1996, pelo professor Dr. Maury Pinto de Oliveira. Dessa forma, privilegiar uma abordagem histórica acerca do trabalho desenvolvido no âmbito da História Natural/Biologia.

Nessa seção foi montada uma sala ambiente como forma de homenagear o fundador do museu e importante cientista, tanto do ICB da UFJF, como da área de malacologia. Essa sala continha antigos pertences, como seu jaleco, livros, fotografias e instrumentos utilizados por ele, como máquina de escrever, fichário e máquina fotográfica. Nessa sala também havia prateleiras com diferentes modelos de conchas expostas e uma concha de 450 kg ao fundo da sala.

Os alunos eram inicialmente guiados pelo monitor, que explicava brevemente o que era malacologia, como era o funcionamento do museu e quem foi o Prof. Maury. Depois desse primeiro contato, ficavam livres para explorar o ambiente e fazer perguntas que eram respondidas pelos mediadores da seção. Os alunos se mostraram bastante interessados, fazendo perguntas a respeito de tudo que achavam diferente. Outros recursos expositivos também compunham a seção, tais como: banners de trabalhos com os moluscos; outros grupos animais taxidermizados ou fixados; e esqueletos.

Percebemos que o tamanho do grupo no espaço influenciava a qualidade da mediação. O trabalho era mais fácil e gratificante quando o grupo era relativamente pequeno, já que o espaço da seção apresentava um limite de tamanho restrito, além do fato de que um número menor de visitantes possibilitava uma atenção diferenciada para todos. O maior desafio dessa

seção foi torná-la interessante frente às outras seções, visto que esta seria uma seção mais expositiva e menos interativa. Apesar disso, os alunos pareceram gostar muito. Um dos visitantes exaltou a seção como a que mais gostou, pois a achou muito interessante.

Na seção "Você já comeu DNA hoje?" buscou-se discutir alguns conceitos e a importância da Biossegurança através da apresentação de recursos imagéticos e equipamentos utilizados no trabalho laboratorial que garantem a segurança dos pesquisadores. Na tentativa de promover a interação, um dos visitantes do grupo era convidado a vestir todo o equipamento de proteção individual (EPI), problematizando a importância do seu uso de uma forma mais participativa e lúdica.

O trabalho realizado pelos mediadores da seção também procurou estimular o diálogo e a elaboração de perguntas. Além de promover o debate sobre Biossegurança, a seção também tinha como objetivo apresentar um exemplo de experimento, já que essa é uma metodologia muito usada na produção do conhecimento biológico. O exemplo mobilizado foi a extração de DNA de morango. Ao longo da atividade, os visitantes tiveram a oportunidade de conhecer instrumentos presentes em um laboratório, tais como: cadinhos, vidrarias, reagentes, microscópios, entre outros. Também puderam problematizar aspectos que cercam a metodologia científica.

Os visitantes eram divididos em 3 bancadas, em grupos de 5 a 7 alunos. Dois alunos por bancada ficavam responsáveis pela manipulação, enquanto os outros ao redor o auxiliaram. Para tal, os mediadores apresentavam as instruções de cada passo do experimento, enquanto os grupos acompanhavam sua realização. Os visitantes elogiaram a seção, mostraram-se bastante satisfeitos e empolgados com tudo o que foi discutido. Foi marcante perceber o contentamento dos alunos em relação ao uso do jaleco e luvas durante os experimentos, talvez em função do sentido de aproximação e pertencimento à cultura científica que o uso desses equipamentos provocava nos educandos.

A seção "O nanouniverso" centrava-se no debate sobre o que são e o uso das nanopartículas a partir de uma interação dialógica e questionadora. Nesse contexto, foi discutida, por exemplo, a aplicação das nanopartículas em cosméticos e em fenômenos naturais, como a existência da cor na natureza. A tentativa foi relacionar esse debate abstrato a questões do cotidiano dos visitantes. Logo depois, todos eram convidados a conhecer um laboratório, onde foram realizadas práticas que demonstravam o comportamento das nanopartículas, como o Efeito Tyndall e o Efeito Lótus (fenômeno da hidrofobicidade). Nessa atividade, buscou-se valorizar materiais que estão presentes no dia-a-dia dos alunos, como por exemplo, folhas de taioba e soluções de água com leite ou gelatina. Apesar da gestão do tempo também ter sido um grande desafio, os alunos acompanharam as explicações atentos e interessados, conforme observado a partir de seus comportamentos, como seus olhares atentos e curiosos acerca do que era falado, e pelas perguntas realizadas por eles.

Na seção "Você sabe o que é um Herbário?", a intenção era proporcionar aos visitantes a experiência de conhecer um espaço de produção de conhecimento biológico voltado para o estudo da biodiversidade e conservação vegetal. Nessa linha, optou-se em não realizar nenhuma intervenção estética ou didática no ambiente.

Com objetivo de dialogar com os conhecimentos dos visitantes, a visita na seção iniciava-se com o questionamento "o que é um herbário?" As respostas obtidas revelaram que

grande parte dos alunos não sabia o que era um herbário e até mesmo nem conheciam esta palavra. Após ouvir a opinião dos estudantes, esses eram convidados a adentrar nas instalações do Herbário Leopoldo Krieger (CESJ) da UFJF. Com os questionamentos iniciais, buscou-se instigar os visitantes a conhecerem o herbário como se fosse um mistério a ser desvendado, pois para a maioria essa era uma experiência vivenciada pela primeira vez na história de suas vidas. Apesar de ser uma visita mais contemplativa, os alunos se mostraram bastante interessados e curiosos com o espaço físico do Herbário CESJ, com a rotina de trabalho e seu funcionamento.

Neste espaço foi possível levantar debates acerca da importância social e biológica de um herbário, relacionado a guarda do patrimônio biológico de um lugar e ao estudo e conservação da diversidade de plantas. Como forma de dinamizar a discussão e aprofundar o conhecimento sobre as técnicas que envolvem o estudo dos vegetais, os visitantes tiveram a oportunidade de conhecer alguns materiais como a prensa, tesoura de poda, podão e caderno de campo. Assuntos sobre a atual situação política e financeira de nosso país entraram em discussão quando se falou sobre a importância das bolsas científicas financiadas pelos órgãos do governo, que são fundamentais para a realização das pesquisas e de como estas podem ser impactados com a atual redução do número dessas bolsas.

No contexto da troca de ideias que a seção procurou provocar, também foi problematizada a importância de um herbário para estudos que envolvem a conservação da flora de uma região, já que os espécimes da coleção são testemunhas de sua ocorrência e centrais para o reconhecimento de espécies ameaçadas ou não de extinção e a produção de medidas protetoras.

Ao fim da visita, notamos que os alunos ficaram bastante surpresos com esse ambiente de trabalho do(a) biólogo(a) botânico, devido ao mínimo ou nenhum conhecimento que tinham sobre o herbário e por descobrirem a grande importância desta coleção científica para o conhecimento da diversidade de plantas do nosso planeta.

A seção “Explorando o mundo das plantas: o macro, o micro e as sensações” procurou, de forma lúdica, trabalhar práticas relacionadas ao trabalho do(a) biólogo(a) botânico de modo que os visitantes pudessem reconhecer a diversidade vegetal no âmbito macroscópico e microscópico, assim como experimentar os organismos vegetais através dos sentidos e entender a importância das ilustrações científicas. Para tal foram organizadas 3 bancadas:

A primeira bancada continha lâminas microscópicas de folha de Pinheiro, semente de mamona e flor de Ipê. Esta buscou promover uma experiência educativa diferente daquelas encontradas na maioria das escolas, no sentido de proporcionar aos alunos a oportunidade de conhecerem o mundo microscópico, desconhecido pela maioria deles, e com isso compreenderem um pouco da complexidade vegetal. Afinal, em função da jornada excessiva da maioria dos professores e das inúmeras dificuldades encontradas pelas escolas e docentes na montagem, manutenção e funcionamento de laboratórios de ciências, é comum que as ilustrações presentes em livros didáticos sejam os principais recursos para discutir conteúdos em Botânica. Ao se depararem com as lâminas microscópicas, os alunos demonstraram surpresa diante dos recursos apresentados, principalmente pelo fato de não estarem familiarizados com esse tipo de prática. Para eles foi uma experiência interessante por poderem relacionar as estruturas macroscópicas disponibilizadas ao lado de cada microscópio

e ao mesmo tempo compararem com as estruturas microscópicas.

A segunda bancada continha espécimes vegetais representados por exemplares de vários grupos, como frutos secos e carnosos, sementes, flores, folhas e caules, encontrados no Campus da UFJF e na coleção didática do laboratório de botânica. O objetivo desta bancada foi apresentar a diversidade vegetal e como ela é importante para realização do trabalho do botânico na classificação das espécies. Além disso, buscou-se promover uma experiência estética e prazerosa, tendo em vista a beleza das estruturas manipuladas e as sensações que essas eram capazes de promover: abrir, manipular, cheirar, sentir diferentes texturas, escutar o som das sementes no interior de um fruto seco, visualizar e se surpreender com a beleza das estruturas na lupa e, dessa forma, perceber detalhes imperceptíveis a olho nu.

A terceira bancada continha as caixas dos sentidos onde foram disponibilizadas 6 caixas: (i) planta aquática (*Elodea*); (ii) frutos secos; (iii) frutos carnosos (berinjela, kiwi e pêssego); (iv) variedades de folhas; (v) sementes de pêssego, manga e mamão; e (vi) vegetais aromáticos (laranja, canela, hortelã, arruda e gengibre). Nessa bancada os alunos eram vendados para que pudessem explorar os recursos de uma forma diferente daquela que estão acostumados. Os objetos foram selecionados com o objetivo de proporcionar diferentes texturas e aromas e assim provocar reflexões aos visitantes, pois ao estarem desprovidos da visão acabaram potencializando a imaginação e sensibilidades corporais. Deste modo, esta prática mostrou resultados muito interessantes, já que de maneira lúdica, despertou a curiosidade dos alunos, fazendo com que levantassem hipóteses e utilizassem seus sentidos, a fim de descrever as estruturas que manipulavam. Percebemos que essa foi a prática que mais promoveu diálogo entre os visitantes, pois eles se sentiram estimulados a trocar as experiências e sensações provocadas pela interação com os recursos.

Através de um datashow, diversas ilustrações científicas foram projetadas durante toda a prática para que os alunos pudessem se inspirar e, caso sentissem vontade, pudessem ilustrar os materiais disponibilizados. Dessa forma, foi possível que os alunos assimilassem o conceito representado pelas ilustrações tendo a oportunidade de aprender alguns pontos da sua história dentro do campo científico, os materiais de trabalho utilizados pelos profissionais, além do novo olhar dado aos participantes, no que diz respeito à observação detalhada das estruturas de alguns organismos, estimulando o interesse e a curiosidade dos mesmos pela profissão do(a) biólogo(a).

Tendo em vista que o público-alvo foi heterogêneo, composto por alunos de diferentes vivências e desejos, além de serem oriundos de diferentes escolas, nos deparamos com um grande desafio: Como abordar tais temas? Até que ponto aprofundar as explicações sobre dúvidas que poderiam surgir? Neste sentido, tentamos ao máximo construir os conceitos junto aos alunos, deixando com que cada um conduzisse e encontrasse as respostas para as questões, baseado em uma abordagem recíproca entre alunos e monitores. Observamos que os visitantes, em contato com as sequências de práticas lúdicas, conseguiram visualizar e reconhecer a diversidade vegetal, experimentar os organismos vegetais por meio dos sentidos e expressar suas habilidades motoras e cognitivas através das ilustrações científicas. Acreditamos que a visualização de estruturas vegetais a partir de abordagens distintas dos livros didáticos, permite enriquecer e ampliar o olhar do público acerca do mundo vegetal.

Por fim, a seção “Linha do tempo”, já apresentada anteriormente, foi muito importante para a socialização do evento com toda a comunidade acadêmica, já que em função de sua localização qualquer estudante, pesquisador, professor, funcionário da universidade teve a oportunidade de visitar o espaço. Como um lugar de encontro entre tantos sujeitos diversos, foi possível observar diálogos entre os alunos das escolas básicas com os estudantes da graduação, pós-graduação e professores do curso de Ciências Biológicas. Esse foi um espaço de encontro entre os grupos de alunos das escolas após a visita às seções. Ali os visitantes puderam compartilhar suas vivências, expressar sua avaliação acerca do evento e ainda receber brindes, que foram mudas da planta *Crotalaria breviflora* e sementes de espécies nativas, gentilmente doadas pela Associação pelo Meio Ambiente de Juiz de Fora. Os visitantes da exposição demonstraram um grande entusiasmo ao conhecer diversas personalidades da área das Ciências Biológicas e de relacionar cada uma com os objetos expostos nessa seção.

Considerações finais

O trabalho de Castelfranchi *et al.* (2013) indica que contrariando o senso comum, os brasileiros ainda que não apresentem um nível de acesso elevado às informações sobre Ciências, demonstram muito interesse por temas relacionados à essa atividade humana. O evento desenvolvido no interior do ICB corrobora essa afirmação. Em quase sua totalidade, os visitantes apresentaram grande interesse, motivação e participação em face das vivências propostas durante o evento. A ampliação pública da Ciência, portanto, deve ser encarada com seriedade e comprometimento político do governo e das instâncias engajadas na produção da Ciência, como a universidade.

A Alfabetização Científica em espaços não formais propicia experiências no âmbito da cultura científica muitas vezes não disponibilizada pela escola, seja em função de limitações logísticas e condição de trabalho docente, ou simplesmente pelas diferenças que compõem a cultura escolar e a cultura científica, especialmente no que toca as finalidades educativas e sociais que cabe a escola cumprir, que não passam necessariamente pelo mundo da Ciência. Assim, esse tipo de parceria permite enriquecer o trabalho da escola e em contrapartida garantir a dimensão extensionista desenvolvida pela universidade. Sendo assim, o evento “O que fazem o(a)s biólogo(a)s? Seguindo seus passos na história”, ao integrar ensino e extensão no contexto da formação docente contribuiu para aproximar a universidade da comunidade local representando um avanço em relação ao desenvolvimento de um trabalho integrado dos atores que participam da formação do professor (Faculdade de Educação e ICB) e as parcerias feitas com a escola.

Além disso, é importante ressaltar a contribuição do projeto para a formação docente. Cada etapa de planejamento, realização, execução e avaliação das atividades do evento foi pensado em conjunto pela turma sob orientação das professoras das disciplinas de Estágio e Reflexões. Essa foi uma experiência bastante formativa, visto a oportunidade de protagonizar a organização de um evento com caráter educativo extensionista, que exigiu do grupo o desafio de problematizar e transcender formas escolares tradicionalmente estabilizadas na

Educação em Ciências e Biologia. Foi um trabalho que se mostrou difícil e desafiador, por conta do tempo diminuto de planejamento em relação ao tamanho do evento; pelas escolhas de temas que contemplassem o máximo de áreas de atuação das Ciências Biológicas (que é uma Ciência tão abrangente e complexa) e que ao mesmo tempo propiciassem experiências formativas e prazerosas para os visitantes; pelo tempo de interação em cada seção, pois foi difícil administrá-lo diante de tantos questionamentos, curiosidades e discussões levantadas pelos estudantes; pelo fato de que para grande parte da turma esta foi a primeira experiência em organizar e realizar um evento de caráter educativo-científico; pela necessidade de exercitar a criatividade na produção dos recursos expositivos e as práticas e, dessa forma, buscar problematizar e transcender a forma escolar; e pelo exercício de escuta, de negociação e de abertura que o trabalho coletivo supõe.

Apesar do apoio recebido pela Pró-Reitoria de Extensão e a direção do ICB, foram encontradas dificuldades em relação à organização de espaços disponíveis para a realização das atividades, visto que o evento foi realizado dentro do período letivo da universidade, e à falta de recursos e apoio em relação ao transporte dos alunos para o deslocamento escola-universidade-escola.

Por fim, vale destacar a avaliação do público alcançado pelo evento. Como forma de avaliação foi elaborada uma ficha com perguntas objetivas e dissertativas. Os seguintes aspectos foram evocados para avaliação: (i) se o participante já conhecia a universidade e o ICB; (ii) a classificação como péssimo, fraco, médio, bom e excelente aspectos relacionados à organização da exposição, temas abordados, materiais apresentados, práticas realizadas, linguagem utilizada e o trabalho dos mediadores; (iii) o destaque do que o participante mais gostou no evento; e (iv) comentários opcionais (sugestões, críticas). As fichas foram distribuídas e preenchidas ao final da visitação apenas para alguns participantes, pois muitas escolas em função do tempo esgotado para a visita foram embora sem participar desse momento avaliativo.

As avaliações obtidas foram muito construtivas. Foram registrados comentários positivos em relação ao evento e à organização, como por exemplo: “Adorei pelo fato de ser tudo organizado e positivo”, “Todos foram muito bem, adorei tudo”. O uso do microscópio teve destaque nas avaliações. Para muitos, o primeiro contato com o instrumento tão emblemático do trabalho do cientista. No espaço destinado às críticas e sugestões, os visitantes lamentaram o pouco tempo disponibilizado para cada seção e sugeriram que em eventos futuros haja maior disponibilidade de tempo para que os alunos possam aproveitar melhor cada espaço, assim como a realização do evento mais vezes durante o ano.

Assim, esperamos que o evento organizado pelo grupo tenha aberto e/ou ampliado as portas da percepção intelectual e afetiva dos visitantes para essa incrível ciência que é a Biologia e o trabalho dos seus atores. Também desejamos que esse relato de experiência estimule e inspire outras vivências formativas no âmbito da formação docente balizadas pela integração de ações de ensino e extensão.

Referências bibliográficas

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIA. Pesquisadores temem 'desastre' na ciência com aprovação da PEC 241. 2016. Disponível em: < http://www.abc.org.br/article.php3?id_article=8164>. Acesso em: 18 dez. 2016.

BUENO, W.C. **Jornalismo científico no Brasil; os compromissos de uma prática dependente**. 1984.

CARNEIRO, M..H.S Por que divulgar o conhecimento científico e tecnológico? **Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais**, edição especial, p. 29-33, março de 2009

CASTELFRANCHI, Y.; VILELA, E. M.; LIMA, L.B.; MOREIRA, I.C. & MASSARANI L.. As opiniões dos brasileiros sobre ciência e tecnologia: o 'paradoxo' da relação entre informação e atitudes. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro v. 20, supl., nov. 2013, p.1163-118.

CAZELLI, S.; QUEIRÓZ, G.; ALVES, F.; FALCÃO, D.; VALENTE, E.M.; GOUVÊA, G.; COLINVAUX, D.. Tendências pedagógicas das exposições de um museu de ciência. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, p. 1-12, 1999.

COLLEY, H.; HODKINSON, P.; MALCOLM, J.. Non-formal learning: mapping the conceptual terrain, a consultation report. 2002. Disponível em: <http://www.infed.org/archives/e-texts/colley_informal_learning.htm>. Acesso em: 20 out. 2016.

FLORENZANO, C.. PEC do Teto será "desastrosa" para ciência e tecnologia, dizem pesquisadores. Disponível em: <http://www.cbsi.net.br/2016/10/pec-do-teto-sera-desastrosa-para-ciencia-e-tecnologia.html>. Acesso em: 12 dez. 2016.

GOHN, M..G. **Educação Não-Formal e Cultura Política: impactos sobre o associativismo do terceiro setor**. Cortez, 1999.

GOMES, V. B.. **Divulgação científica na formação inicial de professores de química**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Disponível em: < http://www.ppgec.unb.br/images/sampledata/dissertacoes/2012/versaocompleta/verenna_barbosa_gomes.pdf >. Acesso em: 19 dez. 2016.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M.. Visões de ciências e sobre cientista entre estudantes do ensino médio. **Química nova na escola**, v. 15, p. 11-18, 2002.

LORENZETTI, L. & DELIZOICOV, D.. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 37-50, 2008.

MAGALHÃES, C. E. R.; SILVA, E. F. G. da; GONÇALVES, C. B.. A interface entre alfabetização científica e divulgação científica. **Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 5, n. 09, 2014.

MARANDINO, M. *et al.* **A Educação em Museus e os Materiais Educativos**. São Paulo: GEENF/USP, 2016.

MELO, J. M. Impasses do jornalismo científico. **Comunicação e Sociedade**, v. 4, n. 7, p. 19-24, 1982.

OLIVEIRA, M.C; MARINELI, F.; GUIMARÃES FILHO, Z.; PACCA, J.L.A. As concepções

sobre Incerteza nas Medidas, em um Museu de Ciências: Construindo Categorias de Análise. In: **XV Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2003, Curitiba. Atas do XV SNEF. Curitiba: CEFET-PR/UFPR, 2003. v. 1. p. 1-15.

PAMPLONA, K. **O conceito de educação**. 2014. Disponível em: < http://pt.slideshare.net/Kpamplona/art1paraibanews-conceitoeducacao>. Acesso em: 15 dez. 2016.

REDE BRASIL ATUAL. Para reitores, PEC 241 vai desmontar o ensino e a pesquisa nacional. Disponível em: <http://www.redebrasilatual.com.br/educacao/2016/10/para-reitores-pec-241-vai-desmontar-a-pesquisa-nacional-4040.html>. Acesso em: 12 dez. 2016.

REIS, J.. Ponto de Vista: José Reis (entrevista concedida a Alzira Alves de Abreu - CPDOC/FGV e UFRJ). In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C. & BRITO, F (orgs.). Ciência e público – caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 2002.

ROSA, V.L. Promovendo a profissionalização do biólogo: inserção da disciplina "Ética e Legislação Profissional" no curso de Ciências Biológicas da UFSC. In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, 7. Anais do... São Paulo, 2000, p. 62-64.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A.M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

Caráter pedagógico científico e artístico de modelos didáticos de flor e folha: percepção de atuais e futuros professores da educação básica.

Scientific and artistic pedagogical character of didactic models of flower and leaf: perception of current and future teachers of basic education

Andréa Pereira Silveira [a]
Isabel Cristina Higino Santana [a]
Maria Jaqueline Brandão Pereira [b]
Francisco Augusto do Amaral Bragab [b]
Luana Mara da Silva Magalhães [c]
João Sinval Martins Beserra [c]

RESUMO
Delineou-se como objetivo analisar a aceitação de modelos didáticos de flor e folha, confeccionados em etileno-vinila-acetato (EVA), por atuais e futuros professores do ensino básico. Foram utilizados questionários como instrumento de coleta de dados, que foram analisados pelo método de análise de conteúdo. Os modelos foram positivamente avaliados por todos os 43 sujeitos e estes foram unânimes em afirmar que irão utilizar modelos didáticos. As principais categorias que emergiram das respostas foram "melhoria e facilitação do ensino-aprendizagem" e "caráter diferente, criativo, lúdico e real dos modelos". Concluiu-se com respaldo da literatura e dos sujeitos investigados, que a aceitação foi devido ao caráter pedagógico-científico-artístico dos modelos e por isso, eles são ferramentas que contribuem para uma aprendizagem prazerosa, autônoma e significativa.
PALAVRAS-CHAVE: Ensino de botânica. Lúdico. Concepção de professores.

ABSTRACT
The aim was to analyze the acceptance of flower and leaf didactic models made of ethylene-vinyl acetate (EVA) by current and future primary school teachers. Questionnaires were used as a data collection instrument, which were analyzed by the content analysis method. The models were positively evaluated by all 43 teachers and these were unanimous in stating that they will use didactic models. The main categories that emerged were "improvement and facilitation of teaching-learning" and "different, creative, playful and real character of the models". It is concluded with the support of the literature and the subjects that the acceptance of the models was due to the pedagogical-scientific-artistic character and therefore are tools that contribute to a pleasurable, autonomous and meaningful learning.
KEYWORDS: Teaching of botany. Playful. Teacher conceptions.

[a] Professora Adjunta, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Ceará, Campus da Faculdade de Educação de Itapipoca da (UECE/FACEDI). andrea.silveira@uece.br; isabel.higino@uece.br
[b] Licencianda(o) em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Ceará, Campus da Faculdade de Educação de Itapipoca (UECE/FACEDI). jaqueline.brandao@aluno.uece.br; augusto.braga@aluno.uece.br
[c] Licenciada(o), em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Ceará, Campus da Faculdade de Educação de Itapipoca (UECE/FACEDI). jsynval@hotmail.com; luana_hta.f@hotmail.com

Introdução

O ensino de botânica é subvalorizado dentro do Ensino de Ciências e Biologia, ao ponto de professores da Educação Básica programarem o seu ensino para o final do ano letivo, quando não há mais tempo hábil para esta atividade (ARRAIS; DE-SOUSA; MASRUA, 2014). Isto ocorre por carência de habilidades didáticas e conceituais quanto aos pressupostos para ensinar sobre as plantas, além de poucos recursos alternativos ao livro didático, resultando em aulas essencialmente teóricas, em que são aventados termos de difícil assimilação, além de figuras que nem sempre condizem com a realidade e que não motivam nos alunos um despertar para o conhecimento científico da fitodiversidade local (COSTA; ROCHA; LEMOS, 2015; MATOS et al., 2015; SANTOS; SILVA; OLIVEIRA, 2015).

Esse desinteresse em ensinar e aprender sobre botânica está relacionado com o que Wandersee; Schussler (2001) nomearam de cegueira botânica (*plant blindness*). Fenômeno identificado por características como falta de habilidade para reconhecer a importância das plantas nas atividades diárias; percepção das plantas como seres inferiores aos demais seres vivos; e incapacidade de reconhecer a importância das plantas para a biosfera, resultando em uma visão equivocada das plantas (KATON; TOWATA; SAITO, 2013).

Essa incapacidade de perceber a importância científica das plantas se dá mesmo após o estudante ter tido contato com o ensino formal, situação discutida por Giordan e Vecchi (1996) ao destacarem que o grande desafio que os ensinantes de ciências se deparam é a tarefa de identificar e desafiar as formas prévias de aprendizagens dos aprendentes, para que a partir disso o saber científico ocupe o lugar do saber prévio. Além disso, as pesquisas em ensino de Ciências mostram que a apropriação do conhecimento científico não é simplesmente um problema de prática pedagógica, envolve também a participação "intelectualmente ativa" daquele que aprende (GIORDAN; VECCHI, 1996). Por isso metodologias e estratégias de ensino têm sido propostas, testadas, refletidas e divulgadas com o intuito de promover um aprendizado significativo, que perpassa pelo processo de transposição do conhecimento científico em conhecimento ensinável (ASTOLFI; DEVELAY, 2001).

No entanto, existe uma carência de pesquisas voltadas para o ensino de Botânica. Silva; Cavallet e Alquini (2006), em seu artigo intitulado "O professor, o aluno e o conteúdo no ensino de botânica" fizeram uma leitura interpretativa dos trabalhos voltados para o ensino na seção temática "ensino de botânica", dos anais dos Congressos Nacionais de Botânica no período de 1995 a 2002 e, constataram que mais de 90% dos trabalhos nesses eventos versavam sobre pesquisas vegetais, desenvolvidas nas universidades e nos centros de pesquisa. Em relação a esse desinteresse pelo ensino de botânica os autores destacam que:

> Contudo, é incoerente responsabilizar somente o professor pela precária valorização do pedagógico, quando as condições de trabalho são restritas e adversas às mudanças significativas, ou seja, temos que considerar as forças externas atuantes. Com relação à formação dos docentes universitários "costuma-se esperar um conhecimento do campo científico de sua área, alicerçado nos rigores da ciência e um exercício profissional que legitime esse saber no espaço da prática", ou seja, o pedagógico, historicamente, é relegado ao segundo plano (SILVA; CAVALLET; ALQUINI, 2006, p. 5).

Nesse contexto surgem os seguintes questionamentos: Como despertar nos alunos o prazer pelo estudo das plantas? Como despertar nos professores interesse, segurança, habilidade e competência, para o ensino da botânica? Como superar a cegueira botânica? Para Katon; Towata e Saito, (2013) isso é possível com a produção e o uso de ferramentas alternativas que sejam capazes de elevar o interesse e a motivação de professores e estudantes, pois pesquisas mostram que os alunos tiveram "sua opinião sobre o ensino de Botânica positivamente transformada após conhecerem novas estratégias didáticas". Dentre as ferramentas didáticas que funcionam como elementos facilitadores da apropriação do saber científico, destacam-se o uso de modelos didáticos, definidos por Giordan e Vecchi (1996) como sendo representações de estruturas ou partes de processos biológicos, confeccionadas a partir de material concreto, que permitem materializar uma ideia ou um conceito, tornando-os assim, diretamente assimiláveis.

Por essas características, o uso de modelos didáticos promove a mediação entre o teórico e o empírico (PIETROCOLA, 1999), permite a confluência entre arte e ciência (CHAVES; MORAES; LIRA-DA-SILVA, 2011) e, além disso, possibilita inserir o caráter lúdico e participativo no ensino (ORLANDO et al., 2009; CASTRO; SALOMÃO, 2014; MACHADO; AMARAL, 2015), aspectos facilitadores do processo "intelectualmente ativo" da aprendizagem (GIORDAN; VECCHI, 1996). A importância da modelização no ensino de Biologia foi divulgada em pesquisas que envolveram a utilização de gesso, massa de "biscuit", massa "epoxi", isopor, parafina, papel "machê", argila, além de diversos materiais recicláveis, sempre levando em consideração o baixo custo, a durabilidade e a adequação pedagógica dos modelos (CECCANTINI 2006; FREITAS et al., 2008; MATOS et al, 2009; ROCHA; MELO; BURITY, 2010).

Com o intuito de investigar sobre o uso de modelos didáticos no ensino de Botânica, delineou-se como objetivo nesta pesquisa, analisar a aceitação e a avaliação de professores e licenciandos a respeito do uso de modelos didáticos direcionados ao ensino de angiospermas. Nessa perspectiva, modelos tridimensionais representacionais de flor e folha, confeccionados em etileno acetato de vinila (EVA), foram utilizados em oficinas pedagógicas, voltadas para alunos do ensino básico e acompanhadas pelos seus respectivos professores; bem como, licenciandos da Universidade Estadual do Ceará (UECE). As atividades foram desenvolvidas no âmbito do subprojeto "Modelos tridimensionais em EVA da flor e da folha como recurso didático para o ensino de botânica", compondo o projeto "Integrando escola e universidade na formação de professores e alunos da Educação Básica" (Programa Novos Talentos - Edital 055/2012/CAPES Nº 61014).

Percurso metodológico

Os sujeitos desta pesquisa, professores atuantes na rede pública de ensino (14 professores), encontravam-se alocados em três escolas sob a supervisão da CREDE 2 – Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação, selecionadas na fase de elaboração da proposta institucional (Edital 055/2012/CAPES). No entanto, a abrangência inicial do projeto foi expandida, devido à disponibilidade de pessoal e material para a confecção dos modelos e realização das oficinas, por isso trabalhou-se também com 29

licenciandos aqui denominados de futuros professores, que a época da pesquisa eram discentes dos Cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas (19 licenciandos), Química (02 licenciandos) e Pedagogia (08 licenciandos) da Universidade Estadual do Ceará (UECE).

Para a inserção desses sujeitos, realizamos duas oficinas no âmbito da UECE, com oito horas de duração cada: uma delas ocorreu no Campus do Itaperi durante a XX Semana Universitária da UECE em novembro 2015 e, a outra foi realizada em junho de 2016 no campus da Faculdade de Educação de Itapipoca. O critério para a inscrição nas referidas oficinas era o aluno ser regularmente matriculado em um curso de licenciatura. Todos os participantes assinaram o termo de assentimento livre e esclarecido no modelo Capes/Novos Talentos e foi reservado aos informantes o direito de desistência em qualquer momento da pesquisa, bem como foram resguardadas sua confidencialidade e assistência, seguindo a resolução nº 510/16 (BRASIL, 2016). Algumas das respostas dadas pelos participantes estão destacadas em itálico e são apresentadas para enriquecer e ilustrar a discussão acerca da percepção e a aceitação dos modelos didáticos feita pelos participantes.

O percurso metodológico adotou a abordagem quantitativa combinada com uma análise qualitativa (APPOLINÁRIO, 2006) e o questionário foi o instrumento de coleta de dados escolhido para alcançar os objetivos propostos. O mesmo foi construído de forma semiestruturada contendo itens (nove) com possibilidades de respostas fechadas (ruim, regular, bom ou ótimo e; sim ou não) e respostas abertas (com justificativa ou comentário).

O referido instrumento foi aplicado presencialmente ao término das oficinas realizadas nas escolas e na universidade. Para análise das respostas utilizou-se do método de análise de conteúdo de Bardin, que é um conjunto de técnicas utilizadas para interpretar e descrever o conteúdo de documentos, textos e informações obtidas por meio de entrevistas ou questionários (BARDIN, 2011). Seguimos também as recomendações de Moraes (1999) e Silva; Fossá (2015) que propõem três etapas: 1) pré-análise, 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Na pré-análise realizamos uma leitura flutuante das respostas obtidas nos questionários, já digitadas em planilha de Excel, para então conduzir as fases sucessivas.

Na exploração do material construímos as operações de codificação, ou definição dos elementos unitários da análise, que consistiu na análise de palavras e frases, para a posterior transformação em categorias. De acordo com Moraes (1999) as categorias podem ser definidas com base em critérios: Semânticos (origina categorias temáticas); Sintáticos (as categorias são definidas a partir de verbos, adjetivos, substantivos, etc.) ou; Léxicos (com ênfase nas palavras e seus sentido). Aqui, nós utilizamos o critério semântico e estabelecemos categorias temáticas com as respostas dos atuais e futuros professores. A formulação das categorias seguiu os princípios da exclusão mútua (entre categorias), da homogeneidade (dentro das categorias), da pertinência na mensagem transmitida (não distorção) e da objetividade (compreensão e clareza). Os títulos definitivos das categorias só surgiram no final da análise e representam a síntese do aparato das significações, identificadas no decorrer da análise dos dados e que foram estabelecidos por meio de comparações constantes.

No tratamento dos resultados, inferência e interpretação procedemos à captação dos conteúdos manifestos por meio de recorte, agregação e enumeração, considerando aspectos semelhantes e os que foram concebidos como diferentes. Uma vez definidas as categorias e identificado o material constituinte de cada uma delas, seguimos para a descrição

dos resultados. A interpretação foi conduzida com base no conteúdo manifesto, o que permitiu uma exploração objetiva da percepção e aceitação dos modelos didáticos por atuais e futuros professores do ensino básico. Considerando que esta pesquisa tem uma abordagem quanti-qualitativa, essa descrição envolveu tabelas onde foram computados os percentuais das categorias, bem como foram utilizadas citações diretas dos dados originais e textos sínteses. Em cada um dos nove itens do questionário, contabilizamos a porcentagem de respostas por categoria e, selecionamos algumas respostas para exemplificar a variação dentro de uma mesma categoria, conforme apresentado nas Tabelas 1, 2, 3 e 4. As tabelas sintetizam a análise quantitativa (percentuais de respostas) e qualitativa (categorias emergentes a partir das justificativas elencadas pelos professores) e as porcentagens foram calculadas com o total de respostas enquadradas em cada categoria e não apenas com base nas respostas utilizadas nas tabelas, pois estas tiveram o intuito apenas de ilustrar as categorias.

Resultados e discussões

Os modelos didáticos utilizados nesta pesquisa foram planejados e confeccionados de forma lúdica e interdisciplinar contemplando as disciplinas de botânica e estágio supervisionado e por isso, pensados para evidenciar a adequação pedagógica, científica e artística dos mesmos (BESERRA et al., 2017). A vertente pedagógica está expressa no caráter facilitador e lúdico dos modelos, a cientificidade foi levada em consideração ao confeccionar modelos que representassem estruturas biológicas reais e o viés artístico foi contemplado ao utilizar a técnica de golfamento para modelar pétalas e sépalas (Fig. 1).

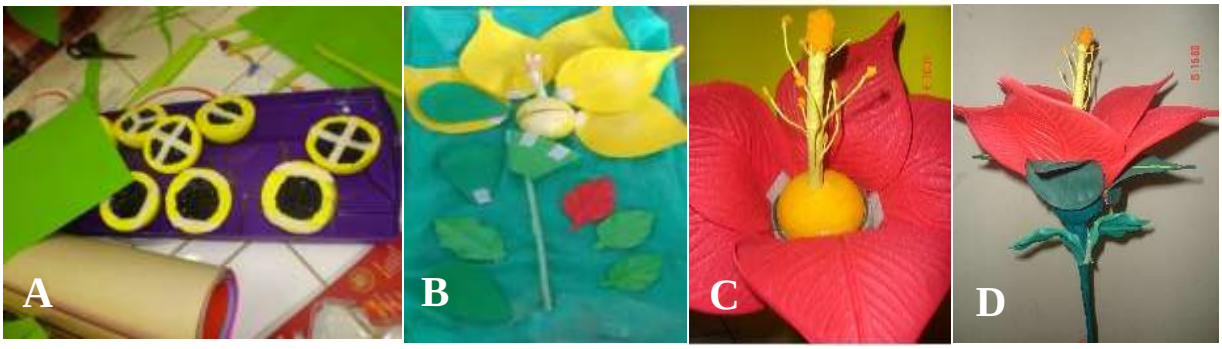


Figura 1. Modelos em etileno-vinila-acetato (EVA), A) ovários evidenciando os lóculos, B) flor com os verticilos desmontados, C) vista interna mostrando os verticilos reprodutores e D) vista externa evidenciando os verticilos protetores. Fonte: Beserra et al. (2017)

A priori os dados revelaram que as oficinas e os modelos didáticos de flor e folha em EVA, foram positivamente avaliados por todos os 43 sujeitos, pois eles classificaram os modelos e as oficinas como ótimo e bom e disseram que farão uso de recursos como estes (Tabela 1). Esses dados mostraram-se relevantes, pois há professores com formação em áreas distintas e que não estudam diretamente a botânica, como a Química e a Pedagogia, e mesmo assim, estes sujeitos mostraram interesse no uso do instrumento avaliando-o de forma

positiva. Essa constatação pode ser representada pela resposta de um licenciando em Pedagogia: *"Considero a qualidade dos modelos didáticos como ótimo, pois é de uma criatividade, que chama atenção dos alunos e outras pessoas"*.

Tabela 1. Avaliação dos professores e licenciandos em relação às oficinas e aos modelos didáticos de flor e folha confeccionados em etileno-vinila-acetato (EVA).

Itens do questionário	Categorias da análise de conteúdo (% das respostas) "Entre aspas exemplos de respostas dadas pelos professores"
1) Para você qual o resultado das oficinas? - Ruim (0%) - Regular (0%) - Bom (35%) - Ótimo (65%)	**1. Melhoria e facilitação do ensino-aprendizagem (75%).** "Os alunos tem mais facilidade em aprender. O que é palpável se torna mais compreensível" "O aprendizado é notório, pois no primeiro momento os alunos tiveram dificuldades nas perguntas, já no segundo momento eles conseguiram associar" "A aplicação serviu para aprendermos a confeccionar de forma prática não apenas visualizando um modelo pronto, mas podendo aprender durante a confecção" "Houve ótimo resultado, pois é fácil de compreender as partes da flor e folha" **2. Caráter diferente, criativo, lúdico e real dos modelos (25%).** "Maravilhoso, porque você aprende brincando" "Os modelos ficaram ótimo, bem parecidos com uma flor" "É algo diferente desde o momento de sua confecção até quando utilizando em sala" "Foi legal aprender"
2) O que você achou dos modelos? - Ruim (0%) - Regular (0%) - Bom (19%) - Ótimo (81%)	**1. Melhoria e facilitação do ensino-aprendizagem (50%).** "São de grande importância para melhoria de nossas aulas" "Facilita muito o aprendizado dos alunos" "Favorece aos alunos uma melhor assimilação do conteúdo teórico" "Os modelos são bem didáticos, interessantes, é ideal para ensinar" **2. Caráter diferente, criativo, lúdico e real dos modelos (50%).** "Pois é uma maneira diferente de ensinar, com os modelos podemos dar uma aula bem dinâmica" "É de uma criatividade, que chama atenção dos alunos e outras pessoas" "É uma atividade bem lúdica, que podem ajudar muito em sala" "Muito interessante, por que desperta o interesse e a curiosidade dos alunos"

Fonte: Elaborada pelos autores

Esse arquétipo pedagógico-científico-artístico encontra eco nas pesquisas com modelos didáticos que destacam o papel da relação mútua entre o didático, o científico e a impressionabilidade da arte (CHAVES; MORAES; LIRA-DA-SILVA, 2001; CASTRO; SALOMÃO, 2014). Para Castro; Salomão, (2014) as aproximações entre ensino de ciências e arte na construção de modelos didáticos, enriquecem e potencializam o interesse e a compreensão dos conceitos trabalhados com os modelos. As autoras destacam que:

> Seja no âmbito científico, cultural, econômico ou político nossa sociedade contemporânea manifesta uma grande segregação, o que obviamente se reflete no ensino escolar, com o desmembramento das disciplinas, na divisão entre áreas de ciências humanas e exatas e da falta de integração do conhecimento entre elas. Não é diferente quando se trata das relações entre arte e ciência. Essa segregação gera um paradigma que contribui para estruturar o ensino, fornecendo a ideia de que não se

> faz necessário o uso da emoção para a área de exatas e o uso da mente e do raciocínio para a área de humanas. No mundo de hoje, onde é exigida do homem a construção de novas formas de pensar, agir e sentir faz-se necessária a aproximação entre ciência e arte, para que se possa empreender novas formas de ensinar e aprender, levando em conta as relações entre emoção e razão, já que nós seres humanos somos feitos de ambas as partes (CASTRO; SALOMÃO, 2014, p. 1650)

A presença do tripé pedagógico-científico-artístico é tão evidente na pesquisa de Chaves; Moraes e Lira-da-silva (2001) que estas autoras utilizam o termo Paleodesign e Paleorecosntituição e afirmam que:

> Um artista que não detenha um forte embasamento científico ou que não domine a técnica e a sensibilidade exigida pela arte encontra-se fadado a uma produção pobre na transmissão do conhecimento, ou seja, um trabalho sem fundamentação científica é pouco consistente e tem seu valor educacional diminuído (CHAVES; MORAES; LIRA-DA-SILVA, 2001, p. 4).

O caráter pedagógico-científico-artístico dos modelos didáticos da flor e da folha em EVA foi evidenciado pelos participantes desta pesquisa, conforme detalhamento a seguir. As justificativas e comentários elencados pelos sujeitos nos itens de um a seis do questionário foram enquadradas em duas categorias a partir da análise de conteúdo, são elas: "Melhoria e facilitação do ensino-aprendizagem" e "Caráter diferente, criativo, lúdico e real dos modelos", a primeira reflete o caráter pedagógico e a segunda evidencia os aspectos científicos e artísticos dos mesmos.

Os aspectos relacionados à categoria "Melhoria e facilitação do ensino-aprendizagem", apresentaram os maiores percentuais de justificativas e comentários nos itens que questionavam: qual o resultado das oficinas (item 1), se os modelos são recursos didáticos eficientes (item 3) e se os sujeitos utilizariam os modelos (item 4), com percentuais 75%, 72% e 65% respectivamente (Tabela 1 e 2).

Por outro lado, a categoria que expressou o "Caráter diferente, criativo, lúdico, e real dos modelos" obteve os maiores percentuais de justificativas nos itens que intencionavam saber se: os modelos incentivam o lúdico (item 5) e se são recursos didáticos eficazes no ensino de botânica (item 6), com percentuais de 85% e 52% respectivamente (Tabela 3).

O caráter facilitador, lúdico e o realismo dos modelos são destacados nas pesquisas que investigam a modelização no ensino de Biologia (CECCANTINI 2006; FREITAS et al., 2008; MATOS et al, 2009; ORLANDO et al., 2009; ROCHA; MELO; BURITY, 2010; CASTRO; SALOMÃO, 2014; MACHADO; AMARAL, 2015), e encontram eco nas ponderações voltadas para o ensino de Ciências estabelecidas por Pietrocola (1999) e Astolfi e Develay (2001). Para Pietrocola (1999) os modelos, a luz das ideias de Mário Bunge, cumprem o papel de mediador entre as teorias científicas e o mundo real, por serem intermediários entre a teoria abstrata dos conceitos científicos e o concreto presente na experiência sensitiva. Partilhando dessa ideia Astolfi e Develay (2001) destacam que os modelos didáticos como representações de estruturas biológicas cumprem o papel de facilitar a transposição do conhecimento científico em conhecimento ensinável, sem, contudo, se opor ao trabalho experimental. No entanto, é preciso deixar claro que os modelos são apenas representações, aproximações da realidade (GIORDAN; VECCHI, 1996) e por isso, não se

tem a pretensão de substituir o uso de espécimes e sim de forma esquematizada, concreta e lúdica tornar os conceitos científicos mais compreensíveis ao aluno.

Tabela 2. Percepção dos professores e licenciandos em relação aos modelos didáticos de flor e folha confeccionados em etileno-vinila-acetato (EVA).

Itens do questionário	Categorias da análise de conteúdo (% das respostas) "Entre aspas exemplos de respostas dadas pelos professores"
3) Os modelos são recursos didáticos eficientes? - Sim (100%) - Não (0%)	**1. Melhoria e facilitação do ensino-aprendizagem (72%).** "Instiga o aluno a ter mais interesse nas aulas" "Tendem a favorecer a aprendizagem, mas também depende muito do professor que media o conteúdo" "Pois faz com que os alunos percebam alguns cuidados para com as plantas, e isso torna o aprendizado mais eficiente" "Pois só a teoria não é suficiente para fixar o conteúdo, é preciso ter o complemento da prática, por exemplo, com a utilização de modelos" "Porque os alunos estão totalmente envolvidos, não há aquela dispersão de atenção como ocorre em aulas somente teóricas" "Porque ajuda o professor a ensinar fazendo com que o aluno queira aprender" **2. Caráter diferente, criativo, lúdico e real dos modelos (28%).** "As pessoas gostam de novidades e isso chama bastante atenção dos alunos" "Pois permite oferecer ao aluno conhecimento através da ludicidade" "Por que como é tridimensional fica próximo do real e mais fácil o conteúdo" "Porque permiti que os alunos tenham contato direto com o modelo permitindo manipulação e faz com que eles percebam muitos detalhes importantes que muitas vezes passam despercebidos"
4) Você utilizaria os modelos? - Sim (100%) - Não (0%)	**1. Melhoria e facilitação do ensino-aprendizagem (65%).** "Para melhorar as minhas metodologias e instigar o interesse dos meus alunos" "Por permite fixar de forma prática os conhecimentos trabalhados" "Pois é uma habilidade a ser posta em prática além do que, facilitaria o processo ensino-aprendizagem, tornando mais eficaz o trabalho do professor" "Os modelos são formas didáticas, dessa forma o aluno aprende e apreende o conteúdo e o aprendizado torna-se significativo" **2. Caráter diferente, criativo, lúdico e real dos modelos (35%).** "A botânica é considerada um assunto chato da biologia e com esses modelos com certeza a aula ficaria mais dinâmica" "Pois o botânico precisa de instrumentos lúdicos e coloridos" "Porque estimula a criatividade de uma forma espontânea e prazerosa" "É mais fácil explicar o palpável do que o abstrato"

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 3. Percepção dos professores e licenciandos em relação aos modelos didáticos de flor e folha confeccionados em etileno-vinila-acetato (EVA).

Itens do questionário	Categorias da análise de conteúdo (% das respostas) "Entre aspas exemplos de respostas dadas pelos professores"
5) Os modelos incentivam o lúdico? - Sim (100%) - Não (0%)	**1. Melhoria e facilitação do ensino-aprendizagem (15%).** "Fizeram com que os alunos aprendessem de uma forma mais significativa, além disso, os estimula a se sentirem protagonistas, sujeitos ativos e responsáveis pela produção do conhecimento" "Os alunos realmente despertam grande interesse, interagem melhor uns com os outros fazem perguntas e assim acabam aprendendo melhor" "Porque facilita o aprendizado" **2. Caráter diferente, criativo, lúdico e real dos modelos (85%).** "Pois o interesse entre os alunos em forma brincadeira lhes proporciona isso." "Pois os alunos desenvolvem a criatividade." "Pois são coloridos, montáveis e de fácil manejo". "Por estimular os modelos mentais e transferir para o concreto." "Sim, pois enfatizam as estruturas estudadas em sala de aula, possibilitando uma visão de como estas são."
6) Avalie de 0 a 10 os modelos como recurso didático eficaz no ensino de botânica. 8-8.9 (12%) 9-9.9 (35%) 10 (53%)	**1. Melhoria e facilitação do ensino-aprendizagem (48%).** "Pois auxilia a melhor compreensão das partes das flores" "Os modelos permitem a visualização do que está sendo ensinado, facilitando a compreensão dos conteúdos da botânica" "Por se tratar de botânica e sua nomenclatura é um pouco difícil os alunos tendem a aprender mais, pois é algo que eles podem estar em contato" "A memorização dos termos do jargão da botânica são de difícil memorização. Ao terem contato com as partes das espécies, o aprendizado é facilitado" **2. Caráter diferente, criativo, lúdico e real dos modelos (52%).** "Porque estimula o lúdico e a vontade de conhecer e saber mais sobre botânica" "Pois é um ensino que não se torna cansativo e enfadonho, mais sim prazeroso" "Porque é algo muito criativo e que meche com a nossa imaginação" "Pois com eles conseguiria fazer uma aula expositiva bem legal assim chamando a atenção e a curiosidade do aluno" "Como moramos em um lugar rico em plantas se toma mais fácil trabalharmos diretamente com elas, mas com certeza esses recurso é bem interessante"

Fonte: Elaborada pelos autores

Estes resultados revelam que na percepção dos professores e licenciandos, a eficácia e a aceitação dos modelos estão relacionadas prioritariamente à concepção de melhoria da aprendizagem, isto é, aos aspectos pedagógicos. E que os aspectos ligados ao diferente, criativo, lúdico e real, que coadunam as vertentes pedagógicas, científicas e artísticas, são importantes, mas surgem secundariamente na percepção dos sujeitos investigados.

A melhoria da aprendizagem destacada pelos participantes desta pesquisa está explicitamente relacionada ao evidenciado na literatura como "aspecto pedagógico" que os modelos didáticos devem atender, conforme destacado em diversas pesquisas (CHAVES; MORAES; LIRA-DA-SILVA, 2001; CASTRO; SALOMÃO, 2014; MATOS et al., 2015). Esse aspecto pedagógico expresso pela melhoria e facilitação da aprendizagem pode ser ilustrado pelos seguintes comentários: "*Os alunos tem mais facilidade em aprender"; "O que*

é palpável se torna mais compreensível"; "Favorece aos alunos uma melhor assimilação do conteúdo teórico"; "Os modelos são bem didáticos, interessantes, é ideal para ensinar"; "Instiga o aluno a ter mais interesse nas aulas".

A utilização de modelos para a melhoria da qualidade do ensino é comprovada em diversas áreas da biologia, seja por permitir uma revisão do conteúdo (FREITAS et al., 2008; ORLANDO et al., 2009) ou possibilitar uma melhor visualização das estruturas biológicas (CECCANTINI, 2006; CASTRO; SALOMÃO, 2014), percepção também frisado pelos participantes conforme elencados nas seguintes respostas: *"Os alunos tem mais facilidade em aprender. O que é palpável se torna mais compreensível"; "Favorece aos alunos uma melhor assimilação do conteúdo teórico"; "Pois só a teoria não é suficiente para fixar o conteúdo, é preciso ter o complemento da prática, por exemplo, com a utilização de modelos".*

Em relação a vertente, diferente, criativo, lúdico e real dos modelos, também citados pelos sujeitos, estes podem ser relacionados mais explicitamente à junção do caráter científico e artístico e implicitamente ao caráter pedagógico, tripé revelado na literatura como possível de coadunação (CHAVES; MORAES; LIRA-DA-SILVA, 2001; CECCANTINI, 2006; CASTRO; SALOMÃO, 2014). O destaque dos aspectos pedagógico, científico e artístico pode ser exemplificado pelos comentários transcritos a seguir: *"Maravilhoso, porque você aprende brincando"; "Os modelos ficaram ótimo, bem parecidos com uma flor".*

Gregório Ceccantini é um dos defensores do uso de modelos didáticos no ensino de botânica, especialmente pelo caráter lúdico e científico dos mesmos. Em relação ao entusiasmo pelo uso dos modelos este professor especialista em botânica destaca que:

> É impressionante como, agregando um aspecto lúdico e criativo, podemos transformar uma aula de anatomia vegetal numa atividade divertida e agradável para todos. É difícil explicar as razões pelas quais fomos treinados
> para rejeitar a criação e a diversão no ensino, mas há boas teses acadêmicas relacionando isso ao fracasso escolar, à repressão e à evasão dos cursos. [...] Por esses motivos, conclamo os colegas professores a usarem o modelo aqui apresentado, e verificar como é possível agregar uma faceta lúdica numa aula de anatomia do xilema secundário, que pode nos remeter aos tempos em que brincávamos com o "Recorte & Brinque" das embalagens de cereais ou com a "Revista Recreio". De bônus, os alunos ainda levam seu modelo para casa, difundem aquele objeto curioso entre seus familiares e não têm a desculpa de
> não ter tido livro para estudar, por exemplo, os três planos de organização da madeira. (CECCANTINI, 2006, p. 336)

Juntamo-nos a Ceccantini e tantos outros amantes da educação e da botânica e defendemos o uso de modelos didáticos como recurso facilitador do ensino de botânica e estimulador da aprendizagem relativa às plantas e a sua importância para a manutenção da biodiversidade e do equilíbrio global.

O comentário de um dos professores chamou atenção pela resposta ao questionamento se os modelos são recursos didáticos eficientes (item 3, Tabela 2). Sua resposta foi: *"Sim, pois tendem a favorecer a aprendizagem, mas também depende muito do professor que media o conteúdo",* demonstrando sua preocupação em não atribuir peso excessivo ao recurso como algo que vai solucionar os problemas relativos às dificuldades, insegurança e falta de habilidades para o ensino de botânica, reconhecendo assim a importância do processo de formação docente.

Apesar de concordarmos com a afirmativa de Silva; Cavallet e Alquini, (2006) de que "é incoerente responsabilizar somente o professor pela precária valorização do pedagógico", não podemos eximir a responsabilidade do professor e por isso destacamos a fala acima desse professor, que está em sintonia com Arrais; De-Sousa e Masrua (2014) e Costa; Rocha; Lemos (2015). Estes autores defendem que ao longo de suas atividades pedagógicas o professor preocupado com a qualidade do seu trabalho terá que realizar funções fundamentais para o sucesso do processo de ensino e aprendizagem, entre as quais se destacam: atualização de informações e preparação de atividades alternativas ao material utilizado, que no ensino de Biologia é quase sempre sinônimo de livro didático. A respeito do papel do professor, Arrais e colaboradores afirmam que:

> O professor tem papel muito importante neste processo de mudança. É ele quem detém as ferramentas necessárias de formação e a capacidade de criar condições apropriadas, mesmo em terrenos adversos. Muitas vezes nos acomodamos diante da fragilidade das condições e cruzamos os braços nos desculpando e justificando a nossa inércia com a falta de condições. (ARRAIS; DE-SOUSA; MASRUA, 2014, p. 5415)

Em relação à avaliação dos modelos, apenas 14% dos participantes afirmaram querer modificar algum aspecto do modelo (item 7, Tabela 4) e as categorias que emergiram a partir das justificativas foram: "Modificação nos materiais utilizados, tamanho e cuidados com segurança" e "Acréscimo de estruturas e propriedades", com 50% das justificativas enquadradas em cada uma delas. Quando solicitados para fazerem críticas aos modelos, 71% das respostas voltou-se para os aspectos positivos e 29% se concentrou em aspectos negativos (item 8, Tabela 4). Os participantes destacaram como áreas da botânica que consideram necessário a utilização de modelos similares, as temáticas relacionadas a fanerógamas, criptógamas e botânica econômica (item 9, Tabela 4).

Tabela 4. Sugestões e críticas dos professores e licenciandos em relação aos modelos didáticos de flor e folha em EVA.

Itens do questionário	Categorias da análise de conteúdo (% das respostas) "Entre aspas exemplos de respostas dadas pelos professores"
7) Você modificaria algo nestes modelos? - Sim (14%) - Não (86%)	**1. Modificação nos materiais utilizados, tamanho e cuidados com segurança (50%).** "Aumentaria a variedade de modelos. Utilizaria material mais acessível." "Talvez o tamanho, um pouco menor seria o suficiente. Os materiais utilizados poderiam ser reciclados, reaproveitados de outros objetos. A maneira de esquentar os modelos poderia ser mais segura." **2. Acréscimo de estruturas e propriedades (50%).** "Na verdade acrescentaria outras partes (microscópica) não apresentadas". "Acrescentaria algum cheiro nas pétalas". "Eu traria outros modelos para fazer montagem, afinal o "mundo das flores" é bastante variado, assim como das folhas".

8) Faça sua crítica em relação aos modelos.	**1. Aspectos Positivos (71%).** “Aos organizadores, os meus parabéns pelo incentivo da aprendizagem, por instigar a curiosidade, pela paciência com os alunos e pela delicadeza com que fizeram os trabalhos. Deveriam vir mais vezes”. “A crítica é que gostei muito, pois trabalhamos a coletividade, companheirismo, habilidades manuais e outras coisas". “São modelos simples, mas de importância espetacular, de baixo custo e acessíveis para todo profissional”. “Não tenho nenhuma crítica porque os modelos são maravilhosos para o aprendizado, é uma terapia”. “O lado bom é que pode ser utilizado sempre”. **2. Aspectos Negativos (29%).** “As fôrmas utilizadas para modelar EVA não são de fácil acesso” “Apresentam um custo alto e difícil de ser desenvolvido com turmas grandes” "Algumas folhas não ficam com as nervuras bem evidentes" "São um pouco caros de fazer. O método de modelar é perigoso"
9) Dentro da botânica, sobre que outros assuntos você acharia necessário ter o auxilio de modelos como esse?	**1. Botânica Fanerogâmica (67%).** “São tantas, morfologia da raiz, caule, etc...” “A botânica típica da região” “Célula, tecidos condutores e caule (identificação de tecidos)” “Fisiologia vegetal e ecologia” “Desmatamento” **2. Botânica Criptogâmica (11%)** "No estudo das criptógamas, algas e fungos." **3. Botânica Econômica (11%)** “Morfologia e sua alimentação” “Remédios medicinais” **4. Outras (11%)** “O estudo do corpo humano - o DNA” “Corpo humano, como orgãos etc, fauna e flora”

Fonte: Elaborada pelos autores

Considerações Finais

Concluímos que a aceitação positiva dos modelos didáticos de flor e folha em EVA por atuais e futuros professores do ensino básico foi devido ao caráter pedagógico, científico e artístico dos modelos, assim como pela condução das oficinas. Conclusão esta respaldada pela literatura e pelos sujeitos da pesquisa. Entendemos que estes recursos são facilitadores do ensino e da aprendizagem dos conteúdos de morfologia vegetal de angiospermas e por isso, podem ser utilizados como meios para despertar o prazer pelo estudo das plantas e superar a cegueira botânica, sem ter a pretensão de ser responsável sozinho pelo sucesso do processo.

O projeto Novos Talentos - UECE teve o intuito de ampliar e renovar parcerias com a escola, no sentido de avançar e de melhor preparar os estudantes e professores da educação básica para os desafios da atualidade, buscando atender às mais diversificadas demandas sociais, educacionais e profissionais. Para isso, contou com iniciativas de educação científica, em uma integração entre licenciaturas e escolas, alicerçadas na concepção de ensino de Ciências voltado para o viés Ciências, Tecnologia e Sociedade e Letramento Científico.

Nesse sentido, consideramos que as atividades desenvolvidas no âmbito do subprojeto FACEDI, nomeado "Modelos tridimensionais em EVA da flor e da folha como recurso didático para o ensino de botânica", contribuiu para que o Programa Novos Talentos UECE cumprisse seu objetivo geral que consistia em proporcionar a integração entre a universidade e as escolas de ensino básico, e alcançou o objetivo específico de propor alternativas para minimizar a aversão de alunos e professores pelo estudo das plantas.

Agradecimentos

Nós agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento da pesquisa por meio do Programa Novos Talentos - Edital 055/2012/Nº61014. Agradecemos também a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelas bolsas de Iniciação Científica, concedidas a BRAGA, A. A. e MAGALHÃES, L. M. S. e à Universidade Estadual do Ceará (UECE) pelas bolsas concedidas a PEREIRA, M. J. B. e BESERRA, J. M. para as suas pesquisas de graduação.

Referências bibliográficas

APPOLINÁRIO, Fábio. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. São Paulo: Thomson, 2006.

ARRAIS, Maria das Graças Medina; DE SOUSA, Gardene Maria; MASRUA, Mariana Lenara Andrade. O ensino de botânica: investigando dificuldades na prática docente. **Revista da SBEnBio**, n.7, p. 5409-5418, 2014.

ASTOLFI, Jean-Pierre; DEVELAY, Michel. **A didática das ciências.** São Paulo: Papirus, 2001.

BARDIN, L. **Ánalise de conteúdo**. SP: Edições 70, 2011.

BESERRA, João Sinval Martins et al. Construção de modelos tridimensionais da flor e da folha como instrumento didático para o ensino de botânica. p. 11-132. In: LIMA, Ivoneide Pinheiro et al. (Org.). **Educação científica no programa novos talentos: integração entre a universidade e as escolas.** Fortaleza: EdUECE, 2017.

BRASIL. Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016 dispõe Ética na Pesquisa na área de Ciências Humanas e Sociais: conquista dos pesquisadores diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília: Conselho Nacional de Saúde, 2016.

CASTRO, Dominique Jacob Fernandes; SALOMÃO, Simone Rocha. Modelo didático sobre enzimas (digestão): Trazendo o lúdico e o estético para ensinar o científico. **Revista de**

Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio), v. 7, p. 1650, 2014.

CECCANTINI, Gregório. Os tecidos vegetais têm três dimensões. **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, n. 2, p. 335-337, 2006.

CHAVES, Rafaela; MORAES, Simone; LIRA-DA-SILVA, Rejâne Maria. Confecção de modelos didáticos de plantas extintas: arte aplicada à Paleontologia no ensino da conquista do ambiente terrestre pelas plantas. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências El Congreso Iberoamericano de Investigación en Enseñasa de las Ciencias. **Anais**..., p. 1-10. 2011.

COSTA, Renatha Maria Vieira; ROCHA, Luisy Danielle Azevêdo; LEMOS, Jesus Rodrigues. Botânica: Dificuldades de aprendizado dos alunos de 7º ano em escolas da rede municipal de Santa Quitéria, Maranhão. **Acta Tecnológica**, v. 10, n. 1, p. 73-79, 2015.

FREITAS, Lessandro Augusto Martins et al. Construção de modelos embriológicos com material reciclável para uso didático. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 1, 2008.

GIORDAN, André; VECCHI, Gerard de. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. Porto Alegre. Artes Médicas, 1996.

KATON, Geisly França; TOWATA, Naomi; SAITO, Luis Carlos. A cegueira botânica e o uso de estratégias para o ensino de botânica, p. 179-82. In: **III Botânica no Inverno 2013** (org.) Alejandra Matiz Lopez et al. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

MACHADO, Carvalho Clara; AMARAL, Marise Basso. Memórias ilustradas: aproximações entre formação docente, imagens e personagens botânicos. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 2, p. 7-20, 2015.

MATOS, Cláudia Helena Cysneiros et al. Utilização de modelos didáticos no ensino de entomologia. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 9, n. 1, p. 19-23, 2009.

MATOS, Gilda Maria Amarante et al. Recursos didáticos para o ensino de botânica: uma avaliação das produções de estudantes em universidade sergipana. **HOLOS**, v. 5, p. 213-230, 2015.

MORAES, R.. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

ORLANDO, Tereza Cristina et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2009.

PIETROCOLA, Maurício. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Investigações e Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, p. 213-227, 1999.

ROCHA, Allan Ribeiro; MELLO, Wildon Novais; BURITY, Carlos Henrique de Freitas. A Utilização de modelos didáticos no ensino médio: uma abordagem em artrópodes. **Saúde & Ambiente em Revista**, v. 5, n. 1, p. 15-20, 2010.

SANTOS, Nivea Dias; SILVA, Natália Ferreira; OLIVEIRA, Tiago Pinheiro. O que ensinamos sobre as primeiras plantas terrestres: análise de livros didáticos do ensino médio. **Pesquisas**. Botânica, v. 67, p. 321-334, 2015.

SILVA, Andressa Hennig; FOSSÁ, Maria Ivete Trevisan. Análise de conteúdo: Exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 16, n. 1, 2015.

SILVA, Lenir Maristela; CAVALLET, Valdo José; ALQUINI, Yedo. O professor, o aluno e o conteúdo no ensino de botânica. **Educação (UFSM),** v. 31,n. 1, p. 67-80, 2006.

WANDERSEE, James H.; SCHUSSLER, Elisabeth E. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v. 47, n. 1, p. 2-9, 2001.

Uso de Questionário no processo de Ensino e Aprendizagem em Biologia

Use of Inquiry in Teaching and Learning process in Biology

Felipe Lohmann Arend [a]

José Claudio Del Pino [b]

RESUMO

Ao longo da prática como docente, dificuldades de aprendizagem dos conhecimentos científicos apresentadas pelos estudantes acabam se manifestando através das atividades realizadas. Refletindo sobre os fatores que ocasionam tais dificuldades, também se pensa acerca de quais estratégias poderiam ser adotadas na melhora dos processos de ensino e aprendizagem, como ferramentas ou teorias pelo professor. O objetivo do artigo foi avaliar a proposta utilizando questionários de pré e pós teste. A maioria dos estudantes obteve um número de acertos maior no questionário final com variação da percentagem entre 19%, e 39%. Inferimos que houve melhora no processo de ensino e aprendizagem e que o questionário pode ser mais um instrumento que permita ao professor realizar uma avaliação de suas atividades docentes.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino e Aprendizagem. Biologia. Questionário. Educação Básica.

ABSTRACT

Throughout the pratctice as a teacher, students´difficulties in learnig the scientific knowledge manifest through the carried out activities. Reflecting on the factors that cause such difficulties, one also thinks about what strategies could be adopted by the teacher to improve teaching and learning processes, such as new tools or theories. The main objective was to evaluate the proposal, using a pre and post test inquiry. For the majority of students, the number of correct answers increased in the final inquiry, increased between 19% and 39%. We can infer that there was na improvement in the teaching and learning process, and that the inquiry can be used as another instrument allowing the teacher to perform an evaluation of their teaching activities.

KEYWORDS: Teaching and Learning. Biology. Inquiry. Basic Education.

[a] Colégio de Aplicação - UFRGS

[b] Programa de Pós Graduação Ensino de Ciências: Química da Vida e Saúde – UFRGS

Introdução

Ao longo da prática como docente, as dificuldades de aprendizagem dos conhecimentos científicos apresentadas pelos estudantes acabam se manifestando através das atividades realizadas. E, ao refletir sobre os fatores que ocasionam tais dificuldades, também se pensa acerca de quais estratégias poderiam ser adotadas na busca de uma melhora dos processos de ensino-aprendizagem (SCOARIS, PEREIRA e SANTIM-FILHO, 2009), como novas ferramentas ou teorias por parte do professor.

Os alunos, frequentemente, não aprendem como resolver problemas, muitas vezes apenas memorizando soluções para situações que são apresentadas pelos professores, como por exemplo, exercícios das tarefas desenvolvidas (CUSTÓDIO, CLEMENTE e FERREIRA, 2012)

Silva *et al.* (2015) trazem dados dos relatórios do PISA (Programme for International Student Assessment), publicados em 2006 e 2012, onde mais de 60% dos alunos brasileiros não apresentam competência suficiente na área de ciências, sendo incapazes de fazer uso do conhecimento científico para identificar as questões pertinentes, adquirir novos conhecimentos, explicar os fenômenos e tirar conclusões baseadas em evidências. Os autores acrescentam que, além disso, em ciências, 85,3% dos estudantes avaliados pelo Programa situaram-se entre os níveis de proficiência 0 e 2, o que significa, segundo a própria escala interpretativa proposta pelo PISA, que os alunos apresentaram um padrão de conhecimento científico tão limitado que só conseguem aplicá-lo a poucas situações familiares ou apresentar explicações científicas óbvias que se seguem quase imediatamente a uma evidência apresentada. Devido a este baixo desempenho, o país ficou em 52º lugar entre os 57 países avaliados, tendo o pior desempenho dos países da América Latina.

Pensando na prática docente e suas atividades na sala de aula, geralmente se acredita que o foco de mudança deva ser as atitudes dos alunos e não as do professor. Lopes (2004), ao escrever sobre o baixo desempenho dos alunos em situações de resolução de problemas, coloca que na relação professor-aluno, existe a crença de que a responsabilidade do êxito na resolução das questões é toda do aluno. O autor menciona que não há o reconhecimento por parte dos professores que a falha pode estar acontecendo nos seus planejamentos escolares.

Porlán (1994) escreve que crenças, construtos e teorias implícitas dos professores, influenciam seus processos de pensamento e, principalmente, aqueles relacionados ao processo de ensino aprendizagem. Dessa forma, essas crenças são determinantes para seus planejamentos, avaliação e ações executadas em sala de aula. Ainda segundo o mesmo autor, as crenças dos professores orientam as decisões que eles tomam e as ações que executam em sala de aula, interferindo diretamente na aprendizagem dos alunos (PÓRLAN, 1999).

Com relação às crenças dos professores, segundo Pajares (2002), elas são extremamente resistentes à mudança, persistindo mesmo após os cursos de formação inicial, gerando impacto nas ações em sala de aula. Dificilmente um professor irá modificar sua forma de ensinar sem a consciência das crenças que possui sobre educação.

Custódio, Clemente e Ferreira (2012) citam um trecho de Kagan (1990) sobre a origem da crença dos professores: “As crenças dos professores são maneiras altamente

pessoais pelas quais um professor entende a sala de aula, os alunos, a natureza da aprendizagem, o papel do professor na sala de aula e as metas da educação".

E apresentam, ao citar Richardson (1996), a existência de três fontes principais de crenças dos professores:

> "...a) a experiência pessoal, b) a experiência como estudante durante o processo de escolarização e c) a experiência com o conhecimento formal, em particular, sobre a estrutura escolar e conhecimentos pedagógicos. Esta rede complexa de imbricações acabará formando o filtro por intermédio do qual os professores irão orientar suas práticas".

Em razão disso, ao perceber que o processo de ensino e aprendizagem dos seus estudantes, não vem apresentando resultados satisfatórios, o professor poderia buscar novas estratégias que contribuiriam para a formação científica dos estudantes (SCOARIS, PEREIRA e SANTIM-FILHO, 2009), resultando possivelmente em uma mudança na postura do professor quanto ao processo de ensino e aprendizagem desenvolvido em sala de aula.

Entretanto, para ter essa percepção seria necessário algum instrumento para demonstrar que o processo ensino-aprendizagem não está acontecendo à contento. Como possibilidade para embasar essa percepção um instrumento poderia ser o questionário.

Pensando na dinâmica escolar, com suas avaliações, é necessário que a avaliação do professor sobre o andamento de seus alunos quanto aos processos de ensino e aprendizagem aconteça de modo a permitir mudanças também na postura dos alunos. É necessário que o professor avalie sua prática na sala de aula, realize possíveis ajustes e correções no seu planejamento e execute as atividades pedagógicas, para que os alunos também possam modificar suas atitudes.

É importante que ocorra avaliação das atividades desenvolvidas ao longo do ano letivo, ao longo dos trimestres ou semestres, e não apenas no final de etapas - ensino fundamental e médio - através do Enem, e outros indicadores.

Assim, o objetivo principal deste trabalho foi a avaliação de uma proposta desenvolvida junto a alunos do Ensino Médio, utilizando como instrumento de coleta, questionários de pré e pós teste, visando analisar o impacto das atividades propostas pelo professor nos processos de ensino-aprendizagem. Os autores também têm a intenção de qualificar o questionário como um instrumento que possa servir de ferramenta para o professor avaliar sua prática docente.

Desta forma, esse estudo pretende apresentar resultados obtidos da coleta de dados numa disciplina eletiva oferecida aos alunos do ensino médio, com uma proposta que possa ser desenvolvida nas escolas buscando aprimorar metodologia de ensino e aprendizagem para os estudantes e discutir possibilidades de uso do questionário como uma ferramenta útil ao ensino e aprendizagem em Ciências.

Metodologia

O presente artigo é uma continuidade de um trabalho previamente apresentado em congresso internacional de educação (Arend e Del Pino, 2013) onde foi realizada a avaliação do projeto piloto de doutorado buscando analisar o uso de questionário no processo de ensino aprendizagem.

O artigo foi produzido com base em uma proposta de ensino desenvolvida em uma escola pública federal para alunos do Ensino Médio em uma disciplina oferecida em caráter eletivo e de modo semestral, dentro do ano letivo escolar, no período de 2013 a 2014. As atividades foram desenvolvidas em 4 turmas diferentes do Ensino Médio, totalizando 34 alunos participantes. O objetivo da proposta foi desenvolver um método de trabalho, em que a observação de aves fosse utilizada como instrumento para a didática e para o aprendizado dos conceitos e conteúdos de Biologia preconizados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), bem como para o desenvolvimento das habilidades e competências sugeridas no mesmo documento, suscitando e valorizando a argumentação, a pesquisa e a interdisciplinaridade.

As atividades foram desenvolvidas buscando conciliar elementos teóricos da Biologia com atividades práticas nos arredores do ambiente escolar, usando uma temática inserida dentro da realidade dos alunos, pois a partir de uma situação local, de vivência diária, novos desdobramentos no processo de ensino e aprendizagem podem surgir e se ancorar com uma realidade mais ampla na sociedade (FREIRE, 1996). Conforme Freire (2005), a relação entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos é de suma importância ao processo educacional e é a partir da situação presente, existencial, concreta, que o educador poderá organizar o conteúdo programático da educação. As atividades também foram construídas pensando nos alunos como sujeitos ativos, que participassem de seu processo educativo de modo reflexivo.

A influência dessas atividades sobre as aprendizagens dos alunos foi avaliada através de questionários aplicados aos alunos em dois momentos distintos: um questionário anterior à intervenção (a disciplina eletiva), chamado de pré teste e um questionário ao final da intervenção, denominado de pós teste.

As questões foram elaboradas de modo objetivo e simples, de modo a não conduzir a erros de interpretação; cada questão foi avaliada segundo dois ou mais parâmetros curriculares, com questões abertas e fechadas, buscando contextualizar os fenômenos naturais em seu meio, enfatizando as interações dos diferentes componentes e buscando superar as meras enumerações de conceitos sem significado para os alunos, o que geralmente é comum no Ensino de Biologia.

As questões apresentadas aos estudantes foram estruturadas de modo que estabelecessem um ponto de partida para a problematização de uma situação, em certa medida relacionado com a vivência dos estudantes com o ambiente, e que também conceitos científicos pudessem ser avaliados. Ambos os questionários estão abaixo no texto.

A seguir, apresentaremos os questionários de pré e pós teste

Questionário de pré-teste

Nome: _____

Este questionário tem como objetivo saber a sua opinião sobre a área do Colégio de Aplicação, quanto às características ambientais e de preservação, e também quanto à avifauna (as aves) desses locais. Gostaria de saber também o que você pensa a respeito das áreas visitadas.

1) Para começar, faça um desenho/esquema da área que estamos visitando. O objetivo é que você identifique os principais pontos onde você observou as aves e construa um mapa para se localizar, quando vier para cá novamente.

2. Imagine que um dia tenha vontade de ir observar aves. Qual ou quais o(s) período(s) do dia que escolheria?

( ) Ao amanhecer
( ) No meio da manhã
( ) Ao meio-dia
( ) No meio da tarde
( ) Ao entardecer
( ) À noite

A. Justifica a sua resposta.

B. Nesse período que escolheu, acha que existem aves que não conseguiria observar? Justifique sua resposta.

3. Durante a saída de estudos que vamos realizar ao Morro Santana e ao Parque Marechal Mascarenhas, vai precisar levar alguns materiais, entre eles uma caderneta de campo (bloco de anotações). Essa caderneta é importante para que possa anotar qualquer informação que ache importante. Na maioria das vezes não lembramos de todas as informações que percebemos ao nosso redor.

Na figura abaixo está reproduzido um exemplo de página de um bloco que poderá usar como modelo

3.1) Complete apenas a primeira coluna da Tabela (letras A a E) com as características utilizadas para a identificação de aves (ave 1, ave 2, ave 3,ave 4).

Características/aspectos da ave	Ave 1	Ave 2	Ave 3	Ave 4
A-	—	—	—	—
B-	—	—	—	—
C-	—	—	—	—
D-	—	—	—	—
E-				

3.2) Descreva outros dados/informações que julgue importantes registrar no teu bloco de notas.

4) Imagine que tenha ido identificar aves numa determinada área durante a Primavera e que depois voltou ao mesmo lugar, no Inverno. Será que nessa visita, durante o inverno, vai encontrar as mesmas aves?

Justifique a sua resposta.

( ) As mesmas.
( ) Outras diferentes.
( ) As mesmas e outras diferentes.
( ) Algumas das mesmas e algumas diferentes.

5) As Aves são um dos "símbolos" mais utilizados em projetos de Conservação da Natureza e Biodiversidade. Porque acha que isto acontece?

6) Muitas aves estão ameaçadas de extinção no mundo inteiro. No Brasil, várias espécies de aves passam pelo mesmo processo.

Escreva alguns fatores que podem colocar as aves nessa situação de risco.

7) Imagine que você é um biólogo e que foi solicitado para elaborar um plano com medidas para proteger as aves do Brasil.

7.1) Como você faria esse Plano? Que critérios iria usar para construir estratégias para garantir a sobrevivência das aves?

7.2) Que medidas você tomaria para garantir a sobrevivência das aves?

8. Imagine que você viva em uma pequena cidade do interior, distante das grandes cidades. Nessa cidade está sendo projetada a construção de uma grande estrada que irá melhorar o acesso à cidade, proporcionando novas oportunidades de desenvolvimento. Entretanto, a estrada vai passar numa área onde habitam muitas aves, algumas com grande importância ecológica. Se fosse feita uma consulta pública onde você tivesse que expressar a sua opinião, qual seria ela?

a) A estrada não deve ser construída para preservar essa área e as aves que vivem nela.

b) Deve-se construir a estrada para melhorar o acesso à cidade e permitir o desenvolvimento da cidade.

c) Não sei, tenho dúvida.

Justifique a tua resposta.

Questionário de pós-teste

Nome:_____

Agora que já conhece um pouco melhor a área do entorno do CAp e teve a oportunidade de discutir alguns assuntos relacionados com a identificação e conservação de aves, é interessante que volte a refletir sobre algumas questões.

1) Imagine que num dia ameno (Primavera/Verão ou Outono) queira ir observar aves. Qual ou qual (is) o(s) período(s) do dia escolherias?

( ) Ao amanhecer
( ) No meio da manhã
( ) Ao meio-dia
( ) No meio da tarde
( ) Ao entardecer
( ) À noite

A. Justifique a tua resposta.

_____
_____
_____
_____

B. Acha que, nesse período, existem aves que não iria conseguir observar? Justifique a tua resposta.

_____
_____
_____
_____

2) Pensando no nosso bloco de notas (o "Bloquinho"), pense que informações são importantes, durante uma saída de campo, para anotar diferentes aspectos sobre a identificação de aves.

_____
_____
_____
_____

3. Imagine que tenha ido identificar aves numa determinada área durante a Primavera e que depois voltou ao mesmo lugar, no Inverno. Será que nessa visita, durante o inverno, vais encontrar as mesmas aves?

Justifique a tua resposta.

( ) As mesmas.
( ) Outras diferentes.
( ) As mesmas e outras diferentes.
( ) Algumas das mesmas e algumas diferentes.

_____
_____
_____
_____

4. As Aves são um dos "símbolos" mais utilizados em projetos de Conservação da Natureza e Biodiversidade. Porque acha que isto acontece?

_____
_____

_____
_____

5. Muitas aves estão ameaçadas de extinção no mundo inteiro. No Brasil, muitas aves também estão ameaçadas de extinção.

Escreva alguns fatores que podem colocar as aves nessa situação de risco.

_____
_____
_____
_____

6. Imagine que você é um biólogo e que foi solicitado para elaborar um plano com medidas para proteger as aves do Brasil.

6.1) Como você faria esse Plano? Que critérios iria usar para construir estratégias para garantir a sobrevivência das aves?

_____
_____
_____
_____

6.2) Que medidas você tomaria para garantir a sobrevivência das aves?

_____
_____
_____
_____

7. Imagine que você viva em uma pequena cidade do interior, distante das grandes cidades. Nessa cidade está sendo projetada a construção de uma grande estrada que irá melhorar o acesso à cidade, proporcionando novas oportunidades de desenvolvimento. Entretanto, a estrada vai passar numa área onde habitam muitas aves, algumas com grande importância ecológica. Se fosse feita uma consulta pública onde você tivesse que expressar a sua opinião, qual seria ela?

a) A estrada não deve ser construída para preservar essa área e as aves que vivem nela.

b) Deve-se construir a estrada para melhorar o acesso à cidade e permitir o desenvolvimento da cidade.

c) Não sei, tenho dúvida.

Justifique a sua resposta.

_____
_____
_____

O uso do questionário foi escolhido pelos pesquisadores em razão de se constituir de uma técnica de investigação importante para obtenção de informações nas pesquisas sociais, composta de perguntas apresentadas por escrito, objetivando conhecer opiniões, interesses, situações vivenciadas, além de outras (ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSZNAIDER, 2002).

Baseando como parâmetros para a avaliação, as indicações que constam nos PCNs, foram elencados alguns desses para verificar se os alunos os tinham atingido com a participação na disciplina. A partir da interpretação do questionário de cada aluno, foi elaborado um quadro com a pontuação das respostas de acordo se o aluno havia atingido ou não os conceitos selecionados, comparando a pontuação no pré-teste (questionário prévio às atividades da disciplina) com a pontuação obtida no questionário pós-teste (questionário aplicado ao final da disciplina).

CATEGORIA PCN BIOLOGIA	OBJETIVOS
Representação e comunicação	1. Descrever processos e características do ambiente ou de seres vivos, observados em microscópio ou a olho nu.
	2. Apresentar suposições e hipóteses acerca dos fenômenos biológicos em estudo.
	3. Conhecer diferentes formas de obter informações (observação, experimento, leitura de texto e imagem, entrevista), selecionando aquelas pertinentes ao tema biológico em estudo.
	4. Expressar dúvidas, ideias e conclusões acerca dos fenômenos biológicos.
Investigação e Compreensão	5. Relacionar fenômenos, fatos, processos e idias em Biologia, elaborando conceitos, identificando regularidades e diferenças, construindo generalizações.
	6. Relacionar os diversos conteúdos conceituais de Biologia na compreensão de fenômenos.
	7. Estabelecer relações entre parte e todo de um fenômeno ou processo biológico.
	8. Formular questões, diagnósticos e propor soluções para problemas apresentados, utilizando elementos da Biologia.

	9. Utilizar noções e conceitos da Biologia em novas situações de aprendizado (existencial ou escolar).
	10. Relacionar o conhecimento das diversas disciplinas para o entendimento de fatos ou processos biológicos .
Contextualização sócio-cultural	11. Reconhecer o ser humano como agente e paciente de transformações intencionais por ele produzidas no seu ambiente.
	12. Julgar ações de intervenção, identificando aquelas que visam à preservação e à implementação da saúde individual, coletiva e do ambiente.
	13. Identificar as relações entre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico, considerando a preservação da vida, as condições de vida e as concepções de desenvolvimento sustentável.

Tabela 1: Parâmetros utilizados para avaliação dos questionários de pré e pós-teste. Através da interpretação dos questionários o pesquisador verificou se o aluno atingiu ou não o parâmetro no preenchimento do questionário. Adaptado dos Parâmetros Curriculares Nacionais 2006 (Brasil, 2006)

Cada questão contemplava dois ou mais parâmetros dos PCNs do currículo da Biologia, e foram elencados pelo pesquisador como critérios para avaliação dos questionários de pré e pós teste. Assim, cada questão atendia a diferentes categorias e objetivos dos PCNs, especificados na tabela abaixo,

Questão do Questionário	• Objetivo dos PCNs (consultar tabela 1)
• Questões 2 e 1 (pré e pós)	1, 3, 5, 7,
• Questões 3 e 2 (pré e pós)	1 e 5
• Questões 4 e 3 (pré e pós)	5 e 9
• Questões 6 e 7 (pré e pós)	2 e 4
• Questões 7 e 6 (pré e pós)	2, 4, 5, 6, 8 e 12
• Questões 8 e 7(pré e pós)	8, 9, 11, 12 e 13

Tabela 2: Questões dos questionários de pré e pós teste e seus respectivos objetivos.

Dessa forma, por exemplo, a questão 3 do pré teste e a questão 2 do pós teste são equivalentes e ambas abordaram a mesma temática e tinham os mesmos objetivos, que eram: descrever processos e caraterísticas do ambiente ou de seres vivos observados em microscópio ou a olho nu (objetivo 1 descrito na Tabela 1) e relacionar fenômenos, fatos, processos e ideias em Biologia, elaborando conceitos, identificando regularidades e diferenças e construindo generalizações (objetivo 5 descrito na Tabela 1).

Resultados e discussão

Para a análise foram utilizadas as respostas dos questionários de 19 alunos que participaram das atividades desenvolvidas na disciplina, provenientes de diferentes turmas ao longo dos 4 semestres de coleta de dados. Alguns questionários foram eliminados da análise, pois não haviam sido preenchidos de modo completo, impossibilitando a avaliação.

A partir dos questionários, foi elaborado uma tabela pontuando o número de acertos no pré e pós teste dos alunos, a percentagem de acertos nas duas situações e a diferença percentual de acertos quando comparados os dois questionários (Tabela 3).

Observando a Tabela 3, verifica-se que houve um aumento na percentagem de acertos dos alunos quando comparamos o questionário inicial e o final. Esse valor considera o número total de acertos de todos os estudantes conjuntamente. Esse incremento mostrou variação entre 19%, na questão 6, e 39%, na questão 4.

O questionário tem seus limites como ferramenta de coleta de informações, mas os números positivos nos encorajam a dizer que são indicadores valiosos para nossa pesquisa. São números que corroboram para dizermos que houve uma melhora significativa no êxito dos estudantes em resolver e apresentar soluções para as questões apresentadas após terem participado das atividades.

Embora, analisando os alunos de modo geral, tenha ocorrido aumento na porcentagem de acertos, nem todos os estudantes tiveram um resultado apenas crescentes. Sabemos que dificilmente teremos resultados sempre positivos quando lidamos avalição de processos que são específicos e particulares.

		Número PCNs pré teste / Número PCNs pós teste																			
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	%Acertos	Diferença (%)
Questão2 TPCNs:4	4 4	2 1	2 4	1 2	2 4	2 2	2 2	1 1	1 3	2 3	2 1	1 2	0 3	1 3	2 2	1 2	1 3	1 2	1 2	29/76 = **38%** 46/76 = **60%**	**+22**
Questão3 PCNs:2	0 1	1 2	1 2	2 0	1 2	0 1	0 2	1 1	1 1	1 2	1 1	1 0	1 2	1 2	1 1	2 1	0 1	2 2	0 1	17/38 = **45%** 25/38 = **65%**	**+20**
Questão4 PCNs:2	0 1	1 1	1 2	0 0	1 2	0 0	0 0	1 2	0 2	1 2	1 1	0 1	0 2	0 2	0 1	0 1	1 1	1 1	0 1	8/38 = **21%** 23/38 = **60%**	**+39**
Questão6 PCNs:3	3 2	1 2	2 3	1 1	2 3	1 1	1 1	1 2	0 1	1 2	1 1	1 1	0 1	1 1	0 1	1 1	1 2	1 2	0 1	18/57 = **31%** 29/57 = **50%**	**+19**
Questão7 PCNs:6	4 2	1 2	0 1	1 1	4 6	1 1	1 1	1 2	1 5	2 2	2 1	1 1	0 6	0 1	0 1	1 1	1 2	1 4	0 1	22/114 = **19%** 41/114 = **35%**	**+26**
Questão8 PCNs:5	1 2	1 0	1 1	1 1	1 5	3 2	1 1	3 2	1 5	3 5	1 2	1 0	0 4	1 3	0 0	1 1	2 2	0 3	0 0	22/95 = **23%** 39/95 = **41%**	**+18**
Total PCNs: 22	12 12	7 8	7 13	6 5	10 22	7 7	5 7	8 10	4 17	10 16	8 7	5 5	1 17	4 12	3 6	6 7	6 11	5 14	1 6	115/418 = **27%** 202/418 = **48%**	**+27**

Tabela 3: Pontuação dos 19 alunos avaliados nos questionários de pré e pós teste.
PCNs: Parâmetros Curriculares Nacionais; TPCNs: número total de PCNs; "A" Aluno; "%Acertos": somatório dos acertos e relação entre o número de acertos obtidos e o total, em situação de pré (acima) e pós teste (abaixo); "Diferença(%)": diferença na percentagem de acertos entre pré e pós teste.

Quando observamos a última linha da tabela 3, onde constam os somatórios de acertos de cada estudante, tanto no questionário de pré quanto de pós teste, verificamos que três (3) alunos obtiveram o mesmo valor nas duas situações (A1 - Aluno 1, A6 - Aluno 6, A12 – Aluno 12). Esse fato pode indicar que, para esses alunos, as atividades não aprimoraram as suas habilidades para responder as questões. Ainda assim deve-se observar que, mesmo sem diferença em termos de valores, esses alunos tiveram pontuações diferentes em seus respectivos questionários. O aluno 1 (A1) obteve doze (12) pontos, de um total de vinte e dois (22) possíveis; enquanto os alunos A6 e A12 obtiveram 7 e 5 pontos, respectivamente.

Dentro do grupo de 19 alunos que compuseram o grupo de análise, 2 estudantes tiveram um decréscimo no seu número de acertos, quando comparamos o questionário final (pós teste) com o questionário inicial (pré teste). Os alunos A4 e A11 tiveram uma diminuição de um acerto em seus questionários.

Entretanto, a maioria dos estudantes, quatorze (14), obtiveram um número de acertos maior no questionário aplicado ao final da disciplina. O aumento no número de acertos variou, como seria esperado dentro de uma amostra onde a fonte de informações são indivíduos com suas características variadas. Algumas pontuações obtidas possuem uma variação significativa, quando comparadas com as demais do mesmo grupo, como a dos alunos A5 (diferença de 12 acertos), A9 (diferença de 13 acertos), A14 (diferença de 8 acertos) e A18 (diferença de 9 acertos).

Quando analisamos a Tabela 3 e observamos esses estudantes e seus números de acertos, acreditamos que fomos exitosos na tentativa de aprimorar o processo de ensino aprendizagem no grupo que trabalhamos.

A partir disso podemos inferir que houve melhora no processo de ensino e aprendizagem vivenciado pelos alunos e que o questionário pode ser mais um instrumento que permita ao professor realizar uma avaliação de suas atividades docentes. Dissemos, anteriormente, que é importante avaliar o andamento de uma disciplina ou atividade não apenas no final do seu ciclo, mas também ao longo do processo, permitindo assim correções, mudanças de posturas, instrumentos, práticas. Nesse trabalho, utilizamos o questionário em momento inicial e final de uma atividade, no caso a disciplina eletiva.

Entretanto, a avaliação que fizemos e que acreditamos ter tido sucesso foi de confirmar que o instrumento é válido para o propósito de acompanhar o desenvolvimento de uma atividade com a finalidade de sua avaliação e, mais importante, a realização de mudanças possíveis visando um melhor aproveitamento em benefício do processo de ensino e aprendizagem.

Os autores acreditam que, o uso do questionário, como ferramenta de ensino deva ser incentivado como um instrumento que pode qualificar o processo de ensino aprendizagem. A partir dele, o professor pode construir uma avaliação do seu próprio processo avaliativo. Nesse estudo, colocamos a disciplina como algo a ser avaliado. Mas acreditamos que essa ferramenta possa e deva ser utilizada ao longo das atividades desenvolvidas no ano letivo, em um trimestre, em um grupo de atividades, em uma nova atividade que está sendo proposta a uma turma ou série, em um projeto, à título de exemplos.

Considerações finais

A avaliação do instrumento apresentada confere, segundo os autores, uma ferramenta adequada tanto para o ensino quanto para a aprendizagem em Biologia/Ciências, podendo aprimorar avaliações e acompanhamentos, tanto da validade de uma atividade proposta pelo professor quanto do desempenho do aluno; comprovando ou refutando hipóteses propostas pelo professor pesquisador; promover comparações entre grupos de alunos, dentro de um planejamento ao nível de série, grupos de disciplina (Ciências Exatas e da Natureza, por exemplo). Estes são possíveis desdobramentos já descritos na literatura, entretanto a proposta dos autores do artigo é que possa ser desenvolvido/aplicado diretamente em sala de aula, não só como instrumento diagnóstico, mas como guia curricular para avaliar as aprendizagens dos alunos e as atividades desenvolvidas pelos professores.

Acreditamos nas vantagens do instrumento, entretanto ele apresenta limitações. Limitações estas, do ponto de vista de como ele foi desenvolvido e aplicado pelos autores, o que sempre deve ser aprimorado, e do ponto de vista do instrumento em si, que coleta um determinado número de variantes no contexto em questão e nas demais situações. Acreditamos na necessidade de continuidade do estudo e suas avaliações, que pretendemos aprofundar.

Os autores analisam que o instrumento não deva ser utilizado como única ferramenta de coleta de dados e posterior avaliação, na medida em que informações não são coletadas, algo intrínseco ao instrumento. No entanto, acreditamos ser um instrumento adequado para avaliação de situações de ensino e aprendizagem e pode fornecer aspectos que mereçam ser investigados de forma aprofundada.

Concordamos com Lindmann (2009) que diz que o professor que realiza pesquisa na escola enriquece os seus conhecimentos profissionais e que diante da realidade educacional contemporânea, o estabelecimento de uma cultura de análise da própria prática é um desafio.

Devemos salientar a importância da compreensão de que sem pesquisa não há ensino. Construir o conhecimento deve fazer parte do mesmo ato de pesquisa, ministrando aulas, socializando o saber e divulgando as informações relevantes para a educação (Demo, 2003).

Dessa forma, como professor do ensino básico e com a pesquisa desenvolvida também nesse ambiente, acredito que o professor pesquisador deva, como escreve Stenhouse (2004), integrar em um único profissional as três funções de ensino: observador, pesquisador e professor, ressaltando a importância da pesquisa do professor e utilizando sua pesquisa como método de ensino.

Propondo uma atividade de pesquisa para os estudantes em sala de aula, o professor enfrenta novos riscos e desafios. Terá que ler mais material produzido pelos estudantes, estar disponível para consulta e discussão, facilitar retroalimentações constantes e recorrentes. Fazer pesquisa em sala de aula exige que o professor esteja mais atento aos estudantes (Galiazzi, 2003).

Referências bibliográficas

ALVES-MAZZOTTI, A.J. e F. GEWANDSZNAIDER. **O método nas Ciências Naturais e Exatas.** São Paulo: Ed. Thomson Learning, 2ª edição. 2002.

AREND, F.L. e DEL PINO, J.C. Avaliação da proposta de metodologia de trabalho desenvolvida em disciplina eletiva no Ensino Médio de Escola Pública (Trabalho completo). III Congresso Internacional de Avaliação e VII Congresso de Educação. Gramado. 2013.

CUSTÓDIO, J.F., CLEMENT, L., FERREIRA, G.K. Crenças de professores de física do ensino médio sobre atividades didáticas de resolução de problemas **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** *Vol. 11, Nº 1, pp. 225-252. 2012*.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. Ed. Cortez. São Paulo. 2003.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática pedagógica** (19ª Ed.). São Paulo: Paz e Terra. 1996

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. *(44ªed.)* Rio de Janeiro: Paz e Terra. 2005

GALIAZZI, M.C. **Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências**. Ijuí (RS): Unijuí. 2003.

KAGAN, D.M. Ways of evaluating teacher cognition: Inferences concerning the Goldilocks principle. **Review of Educational Research**, Vol. 60, Nº 3, pp. 419-469. 1990

LINDEMANN, R.H., MUENCHEN, C., GONÇALVES, F.P. e GEHLEN, S.T. Biocombustíveis e o ensino de Ciências: compreensões de professores que fazem pesquisa na escola. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** Vol.8, Nº1 pp.342-358. 2009.

LOPES, J.B. **Aprender e Ensinar Física**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian e Fundação para a Ciência e Tecnologia. 430 p. 2004

PAJARES, M.F. Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. **Review of Educational Research**, Vol. 62, Nº 3, 307-332. 1992.

PCN -Parâmetros Curriculares Nacionais Ministério da Educação. PCN's - **Temas Transversais – Meio Ambiente**. Vol 10, Brasil: SEB, 2002.

PCN Ministério da Educação do Brasil. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio**. Brasília: MEC. 2006.

PORLÁN, R.. Las Concepciones Epistemológicas de los Profesores: el Caso de los Estudiantes de Magistério. **Investigación en la Escuela**, Nº22, pp. 67-84. 1994.

PORLÁN, R. Formulación de los contenidos escolares. **Cuadernos de Pedagogía,** Nº276, pp.65–70. 1999.

RICHARDSON, V. The role of attitudes and beliefs in learning to teach. *In:* J. Sikula **Handbook of research on teacher education** .2ª ed, 102-119pp. New York: Macmillan. 1996.

SCOARIS, R.C.O., PEREIRA, A.M.T.B. e SANTIM-FILHO,O. Elaboração e validação de um instrumento de avaliação de atitudes frente ao uso de história da ciência no ensino de ciências**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** *Vol.8, Nº3,* pp.901-922. *2009* .

SILVA,V.M., Rico,E.P, SOUZA, D. e OLIVEIRA, D.L. Impacto do uso de estratégias investigativas sobre as emoções e a motivação dos alunos e as suas concepções de ciência e cientista. **Revista Electrónica de Enseñanza de lãs Ciências.** *Vol. 14, Nº 1,* pp. 17-34. *2015.*

STENHOUSE, L.. **La investigación como base de la enseñanza.** 4ª ed. Madrid: Morata. 2004

Influência do sistema afetivo-emocional no aprendizado: valores culturais e mitificação dos anfíbios anuros

Influence of the affective-emotional system in the learning: cultural values and mythicizing of anuran amphibians

Raquel Fernanda Salla [a]
Monica Jones-Costa [b]
Hylio Laganá Fernandes [c]

RESUMO
Conhecimentos populares e arquetípicos (mitos, crenças, heranças culturais) cujos valores remetem aos anuros podem influenciar o aprendizado, a aceitação e conservação destes animais. Através de entrevistas semiestruturadas identificou-se que a imagem de "anfíbio", e os conceitos de sua importância e valorização ecológica eram compostos, essencialmente, pelas experiências vividas e pelos conhecimentos construídos desde a infância, tendo como base principal mitos e medos inconscientes. A análise dos discursos e das expressões facias em resposta a fotos demonstrou que tanto homens quanto mulheres apresentam medo em proporções semelhantes. Em conclusão, a emoção e a afetividade interferem no aprendizado e nas preconcepções do ser humano, e o arquétipo negativo criado para os anfíbios anuros mitifica-os, desmotivando o aprendizado e prejudicando a conscientização pela sua conservação.
PALAVRAS-CHAVE: sapos. desmitificação. aprendizado.

ABSTRACT
Popular and archetypal knowledge (myths, beliefs, cultural heritages) whose values refer to anurans can influence the learning, acceptance and conservation of these animals. Through semi-structured interviews it was identified that the image of "amphibian" and concepts of their importance and ecological valuation were essentially composed of lived experiences and knowledge built since childhood, having as its main basis unconscious myths and fears. The analysis of the speeches and the facile expressions in response to photos showed that both men and women presented fear in similar proportions. In conclusion, emotion and affection interfere with the learning and preconceptions of the human being and the negative archetype created for the anuran amphibians mythcizes them, discouraging learning and damaging the awareness for its conservation.
KEYWORDS: frogs. demythologization. learning.

[a] Departamento de Biologia, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus Sorocaba, SP. Corresponding author: Raquel F. Salla; contato: raquelsalla@hotmail.com

[b] Departamento de Biologia, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus Sorocaba, SP.

[c] Departamento de Ciências Humanas e Educação, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus Sorocaba, SP.

Introdução

Os anfíbios correspondem ao grupo de vertebrados mais afetado pela pressão antrópica, o que tem ocasionado nas últimas décadas um alarmante declínio de suas populações (HOF et al., 2011). Levando em consideração que as causas desses declínios estão direta e/ou indiretamente relacionadas a atividades humanas, é de grande relevância tomar como ponto de partida o apoio público e o ensino de ciências e biologia como ingredientes vitais para garantir soluções a longo prazo no campo da conservação (BONILLA, 2003; CAIRO; ZALBA; NEBBIA, 2010).

Entretanto, os esforços educativos muitas vezes acabam encontrando empecilhos frente as preconcepções que a população traz consigo sobre determinado grupo animal, no que diz respeito a noções cognitivas e sentimentos (noções afetivas e emocionais) (CAIRO; ZALBA; NEBBIA, 2010), crenças e arquétipos (noções de herança e valor cultural) (JUNG, 2011). Presentes no cotidiano, nos valores culturais, nos mitos, no folclore e na arte; o medo e as representações sociais negativas de muitos animais se constroem desde a infância do indivíduo (MAGALHÃES, 2002; PAZINATO, 2013). No caso dos anuros, existe uma imagem arquetípica bastante negativa cuja origem provém de mitos em relação à sua pele grosseira, contendo verrugas e veneno; lendas onde os sapos são utilizados em bruxaria, histórias infantis onde o sapo é o animal nojento e desprezível, entre outras (MAGALHÃES, 2002; PAZINATO, 2013). Todos estes conceitos passam pelas gerações e podem influenciar a motivação para o aprendizado, e para a valorização e importância destes animais. Pesquisas no âmbito da educação afirmam que as emoções e as relações de afetividade e motivação exercem influência sobre o aprendizado, de modo que o conhecimento humano advém, além do intelecto, de vivências e experiências afetivas do ser humano (PINTO, 2005; LOPES, 2006; LONGUI et al., 2007; COSTA, 2011; SCHELEY et al., 2014). De acordo com Piaget, não existem estados afetivos sem elementos cognitivos, bem como não existem comportamentos puramente cognitivos, de modo que ambos desenvolvem-se paralelamente nas ações humanas (PIAGET, 2006). Ao discutir os processos da cognição, Piaget (2006) evidencia o papel da afetividade como fonte de energia para o funcionamento da cognição. Outro pesquisador muito influente no âmbito dos estudos da cognição humana foi Lev Vygotsky (1896-1934) que, ao estudar as relações entre o afeto e a cognição, afirmou que a vida emocional estaria intimamente ligada a processos psicológicos e ao desenvolvimento da consciência de um modo geral. (LOOS; SANT'ANA, 2007). Ao estudar as origens do psiquismo humano, Vygotsky verificou que cognição, afeto e desenvolvimento humano são elementos interdependentes, de maneira que "os sentimentos são atravessados pelos pensamentos e os pensamentos são permeados pelos sentimentos" (VYGOTSKY, 1999). Em resumo, todas essas constatações reforçam a hipótese de que os fatores de cunho afetivo-emocional acerca dos anfíbios anuros (estórias, mitos, medos, etc), de fato, podem agir como um fator motivacional para o aprendizado, e para a conscientização da população quanto à valorização e importância destes animais.

Levando em consideração o papel da educação em ciências e biologia na formação de pessoas capazes de tomar decisões e exercerem uma cidadania crítica e reflexiva (IORIOPETROVICH et al., 2014), este trabalho se propôs a compreender como tais valores culturais e emocionais influenciam a aceitação destes animais, e a motivação pelo

aprendizado. Para tanto, considerando a variabilidade do comportamento e dos estados subjetivos que possam advir da pesquisa, optou-se por realizar uma abordagem mista, qualitativa e quantitativa, que se adequa aos objetivos propostos (GUNTHER, 2006; TERENCE; FILHO, 2006). Por fim, a relevância deste trabalho se justifica na tentativa de propor alternativas via ensino de ciência e biologia onde o conhecimento possa estimular a conscientização da população pela conservação deste grupo animal que, embora tão relevante ao ecossistema como um todo, acaba não sendo reconhecido como tal, frente aos mitos e crenças que norteiam o conhecimento popular envolvendo a classe Amphibia.

Metodologia

Este trabalho adotou uma perspectiva de pesquisa quantitativa e qualitativa. Este tipo de pesquisa é capaz de incluir à quantificação a questão do significado e da intencionalidade como inerentes aos atos, às relações e às estruturas sociais (MINAYO, 2010). Para a coleta de dados, com o intuito de resgatar preconcepções que as pessoas possuem em relação aos anfíbios anuros, entrevistas semi-estruturadas foram realizadas com 60 graduandos de ensino superior nas áreas de Engenharia e Computação. Os graduandos foram escolhidos de maneira aleatória, sendo 30 pertencentes à Universidade Federal de São Carlos (Grupo UFSCar) e outros 30 da Faculdade de Engenharia de Sorocaba (Grupo FACENS). Com a finalidade de resgatar conhecimentos prévios de cunho biológico que remetessem somente a vivências e contextos de infância, de cultura popular e informal, áreas bastante distintas da biologia foram escolhidas para a realização das entrevistas, incluindo os cursos de Ciência da Computação e Engenharia de Produção (da UFSCar de Sorocaba), e as Engenharias Civil, Elétrica, Computação e Mecatrônica (da FACENS - Sorocaba). Além disso, a fim de constatar possíveis diferenças relacionadas ao gênero, cada grupo de indivíduos contou com a participação de 15 mulheres e 15 homens entrevistados em cada Instituição.

Para a realização das entrevistas, um esquema básico de questões norteadoras foi utilizado a fim de manter a pesquisa em uma linha de raciocínio que não fugisse do contexto determinado para o estudo. Além disso, a escolha pela entrevista semi-estruturada deveu-se ao fato de que este tipo de coleta de dados consiste em um instrumento de pesquisa mais flexível, permitindo que haja adaptações de acordo com as necessidades de cada entrevistado (ANDRÉ; LÜDKE, 1986). A fim de facilitar a identificação dos valores afetivo-emocionais e dos conhecimentos racionais, e de verificar se há, de fato, uma relação de influências entre ambos, a entrevista aplicada aos grupos de pesquisa (Grupo UFSCar e grupo FACENS) foi dividida em duas categorias de análise se discenir:

- Parte A, composta de cinco questões abertas contemplando os julgamentos e conhecimentos racionais (conceitos básicos sobre anfíbios, conhecimentos e curiosidades biológicas, importância e valorização ecológica dos anuros). Neste momento buscou-se resgatar o nível de conhecimento dos estudantes.

- Parte B, composta de 4 questões que compreendem os valores pessoais, culturais e emocionais (sentimento de medo/nojo, experiências vividas, e valores culturais como as crenças religiosas, os mitos e suas origens etc).

Questões Norteadoras da Entrevista Semi-Estruturada:

Parte A:

1) O que são os anfíbios?

2) O que você sabe sobre sapos, rãs e pererecas?

3) Diga-me uma única palavra que melhor defina um anuro.

4) O que você faz quando encontra um?

5) Você acha que eles são importantes? Para que servem?

Parte B:

6) Você acha que são perigosos? Por quê?

7) Você tem medo deles? Se sim, sabe por que tem esse medo?

8) Já viu algum de perto? Como foi?

9) Conhece alguma história, lenda ou música infantil sobre esses animais?

Importante ressaltar que os entrevistados participaram de forma voluntária, não sendo necessário informar o nome do indivíduo, sendo requisitadas somente as informações acerca de sexo e curso de graduação. Previamente às entrevistas foi disponibilizado aos participantes um termo de consentimento livre e esclarecido, tal qual como requisitado para pessoas autônomas e maiores de 18 anos, de acordo com as orientações da Resolução CNS 510/2016. As entrevistas foram realizadas por meio de conversas baseadas nas questões norteadoras acima elencadas, tendo como principal regra o respeito pelo entrevistado, sendo garantidos o total sigilo e anonimato caso requisitados pelos informantes, deixando claro que não haveria qualquer julgamento, juízo de valor ou de cultura dos informantes (ANDRÉ; LÜDKE, 1986).

Embora a pesquisa tenha sido realizada da maneira mais simples possível, buscando proporcionar ao entrevistado um ambiente de bem-estar para que ele pudesse se expressar sem constrangimentos, muitas pessoas, mesmo assim, podem se sentir inibidas, tentando ocultar ou evitar demonstrar emoções pessoais durante a entrevista (BONI; QUARESMA, 2005). Nesse sentido, além do questionário, a fim de identificar a presença de emoções ocultadas durante a entrevista, uma foto com imagens de anuros foi mostrada aos entrevistados (Apêndice A). Partindo das expressões faciais emitidas em resposta à imagem mostrada, e baseando-se no Sistema Codificador da Ação Facial (FACS – Facial Action Coding System), de Paul Ekman e Vincent Friesen, foi possível verificar se os indivíduos entrevistados possuíam (ou não) as sensações de medo e/ou nojo em relação aos anfíbios anuros, possivelmente ocultadas durante a entrevista. (EKMAN et al., 2002). Este sistema consiste basicamente na identificação das ações musculares associadas à expressão de uma dada emoção (EKMAN et al., 2002). Para o contexto deste trabalho, somente as expressões de medo e nojo foram analisadas segundo os seguintes pressupostos:

A expressão do nojo

A expressão humana em resposta ao nojo é caracterizada pelo levantamento do nariz (ou enrugar o nariz), como consequência da elevação do lábio superior (DARWIN, 2009). Neste momento é comum que o nariz muitas vezes fique levemente contraído, com a

finalidade de fechar parcialmente a passagem do ar, normalmente acompanhado por uma leve bufada ou expiração. Em termos anatômicos, o que ocorre na face humana para a formação da expressão que denota o sentimento de nojo em resposta a algum estímulo aversivo, é a atuação do músculo levantador do lábio superior, que promove a sua elevação e retração, ao mesmo tempo originando o movimento de "franzir" na parte superior do nariz, além da tendência a fechar os olhos (Figura 1) (EKMAN et al., 2002).

A expressão do medo:

A expressão do medo nos seres humanos manifesta-se pela elevação das sobrancelhas, com os olhos e a boca bem abertos. Essa elevação das sobrancelhas é necessária para que os olhos sejam abertos ampla e rapidamente, de forma que o campo de visão seja aumentado, produzindo, assim, vincos transversais através da testa (DARWIN, 2009). O movimento de abertura da boca nas situações de espanto decorre da tentativa de ouvir atentamente algum som, parando de respirar ou respirando de forma mais silenciosa com a boca aberta (DARWIN, 2009). Sob uma perspectiva anatômica, a sensação do medo pode ser identificada em expressões faciais nas quais a ação do músculo frontal e o relaxamento dos elevadores da mandíbula promovem a elevação das sobrancelhas e a abertura da boca, respectivamente (Figura 1). Com base nessas características específicas para cada expressão em resposta a um determinado sentimento humano, as sensações de medo e/ou nojo puderam ser identificadas nos entrevistados.

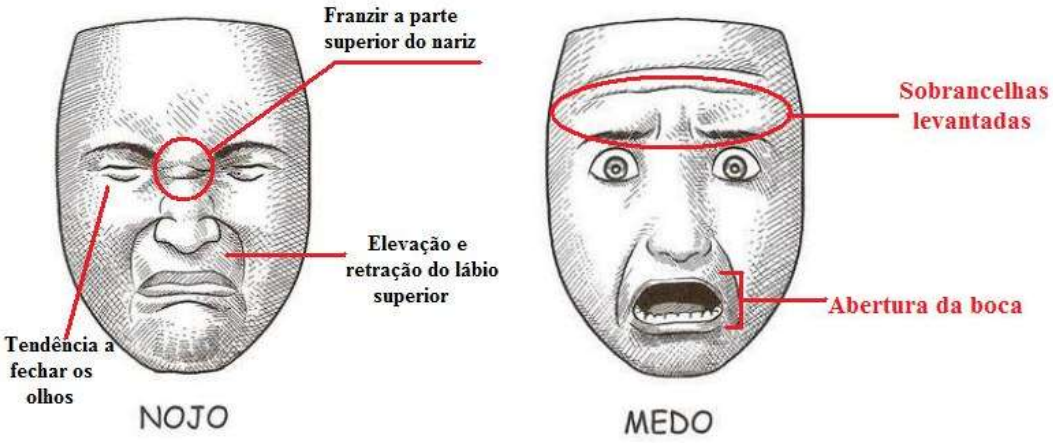


Figura 1: Expressões faciais de nojo e medo e suas características. (Fonte: SANTOS, B. J. Instituto Faber Ludens - Modificado). Disponível em: <http://www.faberludens.com.br/files/Expressoes%20fAciais.pdf> Acesso em 21/10/11).

Por fim, para a análise e discussão dos resultados, os dados quantitativos e qualitativos foram sobrepostos a fim de se identificar possíveis relações entre o conhecimento do tema, e as questões emocionais e culturais envolvidas.

Resultados e discussão:

Quanto aos conhecimentos gerais acerca dos anfíbios, as definições mais recorrentes identificadas nas entrevistas consistiram na idéia de "animais que vivem na água e na terra",

sendo os sapos e as rãs os representantes mais citados. Os demais representantes pertencentes à classe Amphibia, como as rãs, cecílias e salamandras; por serem desconhecidos ou pouco lembrados, não foram citados nas entrevistas em nenhum dos grupos (Grupo UFSCar e Grupo FACENS). Um equívoco muito comum presente nas respostas à primeira questão do questionário foi a citação por alguns entrevistados de répteis, como por exemplo lagartos, cobras e jacarés. Tal confusão provavelmente deve-se às semelhanças compartilhadas entre estes grupos de animais. Originados no Carbonífero (320 mA), os primeiros répteis evoluíram de anfíbios do Devoniano (350 mA), herdando algumas características comuns como a ectotermia, a pele áspera e/ou colorações aposemáticas compartilhadas entre alguns representantes de ambos os grupos (CARVALHO, 2004). Ademais, sabe-se que alguns conceitos são considerados de difícil compreensão e distinção no ensino de ciências e biologia, podendo gerar confusões entre conceitos que são agrupados como "parecidos" (IORIOPETROVICH et al., 2014; SCHELEY, 2014). Partindo da análise das demais respostas da entrevista, dois pontos claramente se sobressaem no conjunto das respostas de natureza racional: o limitado nível de conhecimento sobre os anfíbios anuros e a dificuldade de se atribuir importâncias e valorização a essa ordem animal. Tais evidências podem ser explicadas pela atuação em conjunto de diversos fatores de natureza afetivo-emocional que acabam influenciando, positiva ou negativamente, a motivação e conscientização das pessoas pela conservação dos anfíbios. Dentre esses fatores destacam-se:

Influências culturais: mitos, cantigas e estórias (conhecimentos populares):

Os conhecimentos populares envolvendo anfíbios anuros citados pelos entrevistados estão organizados em ordem decrescente do número total de citações e podem ser observados no Quadro 1.

A crença popular de maior presença (20%) envolve equívocos bastante comuns, relativos às secreções da pele dos anfíbios. Devido a alguns anuros possuírem em sua pele e/ou em glândulas específicas, secreções de ação protetiva contra predadores, isso serve de base para a generalização de mitos e crenças populares sobre a suposta periculosidade destes animais caso entrem em contato com os seres humanos (DUELLMAN; TRUEB, 1986; LEITE, 2005; RODRIGUES, 2005). No entanto, para estas pessoas, a existência dessas substâncias não parece representar uma adaptação de proteção contra possíveis predadores, e o mito de que algum líquido de ação nociva possa ser ejetado de maneira direcionada a alguém traz a ideia de ataque e agressividade, reforçando a imagem negativa dos anfíbios na crença referida.

Descendentes de uma origem bastante antiga, que remete à civilização Maia, os mitos que, em algum momento, relacionam os anfíbios à chuva, persistem nas culturas atuais sendo, por exemplo, representados por contos como "Não se pode matar os sapos, senão pode dar tempestade", "Quando o sapo canta é porque vai chover", ou "se o sapo grudar ele só solta quando der um trovão" (WOEHL Jr.; WOEHL, 2002). Uma vez transmitidos de geração em geração, estes mitos foram sofrendo modificações, adaptando-se a novos contextos culturais específicos de cada região, e mantendo, portanto, somente algumas características originais, apresentando dessa forma, uma grande variedade de versões (ABRAMOWICZ, 1998).

Quadro 1: Conhecimentos populares dos depoimentos - grupos UFSCar e FACENS:

Conhecimento popular	Frequência de citação (Número de citações no grupo UFSCar)	Frequência de Citação (Número de citações no grupo FACENS	Número Total de Citações
Mito: "O sapo pode atacar, esguichando xixi/veneno/leite nos olhos das pessoas e isso pode causar cegueira";	10	8	18 - (20%)
Crenças religiosas: "Colocar um papel com o nome de uma pessoa que se deseja o mal, colocar dentro da boca de um sapo e costurá-la";	6	8	4 - (15,6%)
A estória do Príncipe Sapo ("o sapo que, ao ser beijado pela princesa, se transforma em um príncipe").	4	8	12 - (13,3%)
Cantiga: "O sapo não lava o pé".	7	5	12 - (13,3%)
Mito: "Para matar o sapo basta jogar sal nele"	6	4	10 - (11,1%)
Mito: "Quando o sapo canta é porque vai chover";	2	3	5 - (5,6%)
Mito: "Se uma pessoa ficar perto de um sapo ele pula na pessoa, gruda e só solta quando der um trovão"/ "Se uma pessoa ir perto de um sapo ele pula e morde a pessoa, e daí só solta quando der um trovão";	2	3	5 - (5,6%)
Mito: "Não se pode matar os sapos, senão pode dar tempestade"	1	2	3 - (3,3%)
Mito: "Os sapos podem soltar um veneno/leite que causam doenças/verrugas na pele";	1	2	3 - (3,3%)
Crença religiosa: "Dizem que os sapos são bichos do mal, amaldiçoados, que atraem mal olhado";	1	2	3 - (3,3%)
Mito: "Há pessoas que lambem os sapos, como se isso fosse dar a sensação de usar uma droga";	1	2	3 - (3,3%)
Não souberam/lembraram de quaisquer conhecimentos populares sobre os anuros.	2	0	2 - (2,2%)
TOTAL DE CITAÇÕES	43	47	90

Bastante presentes nos discursos das entrevistas, estes mitos que relacionam os anfíbios a eventos de chuva totalizaram 14,5% das citações obtidas. Na realidade, estes animais são frequentemente associados a épocas chuvas simplesmente devido ao fato de que nesta época eles se encontram ativos e em fase reprodutiva, quando as fêmeas procuram água para a ovoposição. Considerados formadores de comportamento humano, os mitos e lendas são de grande importância para a cultura, influenciando a formação da identidade e da moralidade do ser humano dentro da sociedade (OLIVEIRA; LIMA, 2011). Tal importânicia fica explícita nos discursos obtidos nas entrevistas, visto que, de um modo geral, o conjunto dos mitos representaram a maior parte das citações, perfazendo 52,2% nas entrevistas (Figura 2).

Não menos importantes na formação da identidade do ser humano são os contos e cantigas infantis. Na tentativa de compreender o que está se passando dentro de seu inconsciente, as crianças utilizam os valores contidos em fábulas e cantigas para obter as respostas de suas indagações pessoas (BETTELHEIM, 2002; ABRAMOWICZ, 1998). É nos contos de fadas que elas encontram as respostas para superar os problemas psicológicos do crescimento, da individualidade, da autovalorização, e das obrigações morais de um ser humano (BETTELHEIM, 2002). Neste trabalho os valores infantis contribuíram de maneira marcante nos discursos dos entrevistados, totalizando 26,6% das citações (Figura 2).

De modo semelhante atuam os cultos de algumas religiões, interferindo nas formas de pensar e agir do ser humano (FAVERO, 2010). Milenarmente conhecidas pelo mundo todo, as religiões sempre atuaram como grandes influenciadoras, ritualizando convicções que mantinham a estrutura das sociedades desde as primeiras civilizações (FAVERO, 2010). Trazidas da África pelos negros, e cultuadas no Brasil desde o século XVI, o candomblé e a umbanda se disseminaram pelos povos brasileiros, trazendo novas formas de compreender o lado oculto e desconhecido do ser humano e do mundo (FAVERO, 2010). Nesse ambiente, vários rituais foram criados como, por exemplo, os “trabalhos” ou “macumbas”, dentre as quais vale destacar aquela na qual a boca de um sapo é costurada contendo um papel com o nome de uma pessoa. Suficientemente conhecida, esta crença se destaca por denotar aos anfíbios um significado maligno e que prejudica a aproximação e aceitação afetiva desses animais pela sociedade em geral. Além disso, crenças disseminadas desde a Idade Média, quando os sapos eram considerados símbolos diabólicos e relacionados a malefícios e ao mal olhado, ainda hoje perduram entre os mitos nacionais, dificultando ainda mais a desmitificação dos anfíbios (LEITE, 2005). Bastante marcante entre os depoimentos nas entrevistas, as crenças religiosas contribuíram com 18,9% das citações (Figura 2).

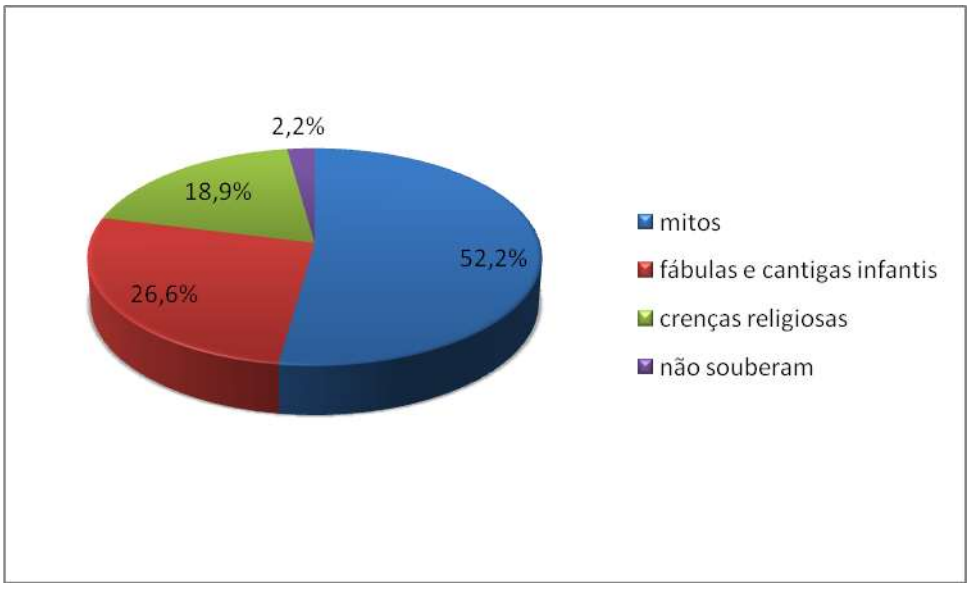


Figura 2: Contribuição dos conhecimentos populares no conjunto dos discursos dos entrevistados.

Com base nas considerações acima apresentadas, fica evidente a imagem negativa gerada pelos mitos, crenças e estórias no que se refere a anfíbios anuros. Como parte dos primeiros aprendizados construídos desde a infância, todos estes conhecimentos populares acabam influenciando nas formas do ser humano pensar, agir e tomar decisões (PIRES; MACÊDO, 2006). De fato, ao analisar a relação entre as duas partes da entrevista (racional – Parte A, e emocional – Parte B), há uma tendência muito clara que expressa a influência destes fatores culturais e afetivos (mitos, estórias, etc) sobre os conhecimentos e decisões racionais (importância e valorização) relativas aos anfíbios anuros.

As pessoas que já possuíam algum contato ou familiaridade com anfíbios apresentaram uma imagem menos preconceituosa, tendo conseguido atribuir a estes animais alguma importância. Contrariamente, as pessoas que nunca tiveram contato com algum anfíbio, ou que já passaram por alguma experiência que lhes trouxe medo, tenderam a basear-se principalmente nos mitos e estórias negativas (Quadro 1), e dificilmente conseguiram atribuir alguma importância a estes animais. Para demonstrar este fato, quatro falas foram destacadas, evidenciando a relação entre as partes A e B para um mesmo entrevistado:

Entrevista nº 1: Indivíduo de sexo masculino, Engenharia da Computação – Grupo Facens:

Parte A (idéias de natureza racional): *"Já vi uns documentários que mostram a cópula das pererecas, aquela história do macho abraçar a fêmea por trás e dar um apertão nela e tal. Os sapos coloridos que têm um veneno perigoso, as substâncias que os caras usam para fazer remédios, e outras coisas que agora não me lembro direito. Eu acredito que eles sejam*

importantes para o equilíbrio do meio ambiente, sei lá, talvez eles comam os insetos e aranhas.

Parte B: *"Eu não tenho medo de sapos. Na oitava série, no laboratório de biologia tinha alguns animais, inclusive um sapo. A professora usava ele em algumas aulas e ensinava para que eles são importantes na natureza, e que nós não devemos sair por aí matando os animais . Também já vi um aqui na Facens, ele estava perto do córrego ali da saída, era bem pequenininho. Mas fora isso, eu não tenho nada contra os coitadinhos não.*

Entrevista nº 2: Indivíduo de sexo feminino, Engenharia Civil (FACENS):

Parte A:*"Olha, pra ser bem sincera, eu acho eles meio nojentos, embora nunca tenha visto um de perto, só em fotos do sítio do meu pai. Na natureza eles matam insetos e bichos (pragas) que comem as plantações. Eu sei isso porque meu pai criava alguns sapos pra deixar por perto de um sítio que ele tem em Itu. E ele dizia que eles ajudavam a controlar as pragas da plantação de verduras que ele tinha.*

Parte B: Medo em si eu não tenho, pois sei que eles não fazem mal a ninguém. Eles são bons para a lavoura do meu pai, então só por isso eu meio que até gosto deles! Já ouvi muitas coisas sobre macumbas e sobre um veneno ou xixi que eles espirram no seu olho, mas meu pai disse que é tudo mentira, então eu acredito nele. Acho que se um dia eu visse um de perto, eu não iria colocar a mão nele, pois dizem que é muito melado, mas medo eu não teria não".

Entrevista nº 3: Indivíduo de sexo masculino – Engenharia de Produção – UFSCar .

Parte A: *"Não sei nada sobre os sapos. Já devo ter visto alguma coisa na escola, estudando para o vestibular, mas agora nem me lembro mais. Sei que eles são bastante usados na umbanda, pra fazer aquela macumba que se escreve um nome de uma pessoa que deve sofrer em um papel e costura dentro da boca dele. Eu acho que eles devem sim ter alguma importância na natureza, mas não sei exatamente como eles podem ajudar os outros animais.*

Parte B: *"Não tenho medo de sapos, mas não pegaria em um não. Nunca vi um de perto, mas vai que ele esguicha alguma coisa em mim e me queima, ou eu fico cego."*

Entrevista nº 4: Indivíduo de sexo feminino– Engenharia Elétrica – Facens.

Parte A: *"Não sei nada disso. Eles ficam cantando à noite no terreno baldio que tem lá perto de casa. Talvez eles existam para cantar, sei lá. Não sei para que eles são importantes.*

Parte B: *"Eu tenho bastante medo de sapo. Uma vez eu estava voltando pra casa, e passando do lado do terreno baldio, um sapo pulou no meu pé. Eu levei um susto tão grande e saí correndo gritando. li. Dizem que quando você acha um sapo na sua casa isso quer dizer mal olhado, porque esse bicho é do mau. Tem a história do xixi do sapo que ele mira no seu olho e pode até cegar uma pessoa. Por isso eu passo longe deles!".*

Os discursos acima destacados retratam uma tendência que ficou bastante evidente na amostragem geral dos entrevistados: as pessoas que tiveram acesso ao aprendizado e ao conhecimento nas escolas, e/ou que haviam tido uma maior proximidade com os animais em seu convívio, tenderam a apresentar um maior nível de conhecimento sobre os anfíbios anuros, citando uma maior quantidade de características biológicas, como a reprodução, a biologia, as colorações aposemáticas e atribuindo, inclusive, valores biológicos, medicinais e econômicos aos anuros. De fato, como proposto por Sydney (2008), a partir do momento em que a população passa a ter um contato maior com a biologia dos animais, por meio do ensino de biologia, ou da proximidade com o mesmo em seu cotidiano, o seu conhecimento científico e o interesse pela ciência aumentam. Assim, considerando-se que o contato direto com alguns anfíbios, no cotidiano ou através do ensino dos entrevistados (números 1 e 2), e a descoberta de novas informações sobre esses animais ocorreram de forma significativa para os participantes, vale supor que isso tenha servido como motivação para a busca por mais informações e curiosidades sobre esses animais, facilitando a aceitação e familiarização com os anuros e abrindo espaço para a construção de novos aprendizados. A afetividade criada desde o período escolar, neste caso, estaria atuando como o agente motivador da atividade cognitiva, como a energia que move a ação do aprendizado (PIAGET, 2006). Em outras palavras, o afeto e o intelecto estariam inteiramente enraizados em suas inter-relações e influências mútuas, atuando de maneira integrada na construção dos aprendizados e dos pensamentos. (VYGOTSKY, 1999).

Em contraposição, nas demais entrevistas (números 3 e 4), nas quais os participantes possuíam um limitado conhecimento acerca da temática, priorizando mitos e medos, os indivíduos não conseguiam atribuir importâncias aos anfíbios anuros, o que os desmotivava a buscar novos aprendizados sobre estes animais. Segundo Costa (2011), o sistema afetivo é constituído por sentimentos (medo, alegria, nojo etc), interesses, impulsos, tendências e valores culturais (mitos, lendas, religião etc). Todos estes elementos são responsáveis por "selecionar" quais atividades intelectuais nos despertam mais interesse (PIAGET, 2006). Quando o sistema afetivo se encontra, por diversos motivos, fragilizado, o educando pode tornar-se "indisponível" para a aprendizagem (WADSWORTH, 2001). Em outras palavras, diante de um conflito afetivo (um medo ou aversão a determinados assuntos), os portões da

aprendizagem se fecham, de modo que "estes portões fechados são assim mantidos por fortes cadeados afetivos" (WADSWORTH, 2001). Transpondo esse raciocício para o contexto dos anfíbios, para essas pessoas, a única fonte de conhecimento relacionada aos anuros eram as estórias e mitos contados por familiares e pelo senso comum, gerando, dessa forma, um ambiente que somente prejudica e dificulta futuras tentativas de conscientização pela proteção desses animais. Na realidade, nas duas primeiras entrevistas esses medos e mitos não deixaram de existir, tampouco foram substituídos por novos conhecimentos, ou seja, não houve uma mudança conceitual, mas a construção de novos aprendizados de maneira significativa pelos participantes (MORTIMER, 1996). Segundo a "Teoria da Aprendizagem Significativa" proposta David Ausubel, é a partir de conteúdos que indivíduos já possuem em sua própria estrutura cognitiva que a aprendizagem pode ocorrer (MOREIRA; MASINI, 1982). Estes conteúdos prévios deverão receber novos conteúdos que, por sua vez, poderão modificar e dar outras significações àquelas pré-existentes. Nas palavras do próprio Ausubel "o fator mais importante que influi na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Isto deve ser averiguado e o ensino deve depender desses dados" (MOREIRA; MASINI, 1982). Assim, nos primeiros discuros (1 e 2) novos aprendizados e analogias, significativos aos participantes da entrevista, foram adicionados às concepções pré-existentes na consciência dessas pessoas, dessa vez, favorecendo a criação de uma imagem menos negativa dos anfíbios por eles (MORTIMER, 1996).

O medo - Influências de gênero:

A identificação do sentimento de medo foi realizada através dos próprios discursos dos participantes, ao citarem o sentimento durante a entrevista. Caso este sentimento fosse ocultado nos depoimentos dos entrevistados, a análise da expressão facial, baseada no Sistema Codificador da Ação Facial, atuaria como suporte para captar o sentimento de medo oculto durante a entrevista (EKMAN et al., 2002). A análise dos discursos e das expressões facias em resposta à foto permitiu reconhecer que dos 30 homens entrevistados, 20 deles (66,6%) apresentaram medo em relação aos anfíbios anuros, e que das 30 mulheres entrevistadas, 18 delas (60%) também compartilharam esse sentimento, não havendo diferenças marcantes entre os gêneros (Figura 3; Quadro 2).

Entretanto, há um fator que distingue os dois genêros no que diz respeito à tendência a ocultar o sentimento do medo, presente principalmente no grupo masculino. Dos 20 homens nos quais o sentimento de medo foi identificado, 14 deles não reconheceram o mesmo durante a entrevista, só sendo possível identificá-lo através da expressão facial em resposta à foto mostrada ao entrevistado (Apêndice A). Diferentemente disso ocorreu com o grupo das mulheres, no qual das 18 mulheres nas quais o sentimento de medo foi identificado, somente 3 delas não o assumiu verbalmente durante a entrevista, ocultando o sentimento.(Figura 3).

Quadro 2: Distribuição da identificação do sentimento e/ou expressão de medo nos grupos UFSCar e FACENS de acordo com o gênero.

Gênero	Número de pessoas nas quais o sentimento de medo foi identificado:		Total de entrevistados que apresentaram medo	Não apresentaram sentimento ou expressão de medo	Total de entrevistados
	Pela expressão facial e no discurso pelo próprio participante	Somente pela expressão facial			
Mulheres/ FACENS	7	2	9	6	
Mulheres/ UFSCar	8	1	9	6	
Total feminino	**15**	**3**	**18 (60%)**	**12 (40%)**	**30**
Homens/ FACENS	2	9	11	4	
Homens/ UFSCar	2	7	9	6	
Total masculino	**4**	**16**	**20 (66,6%)**	**10 (33,4%)**	**30**

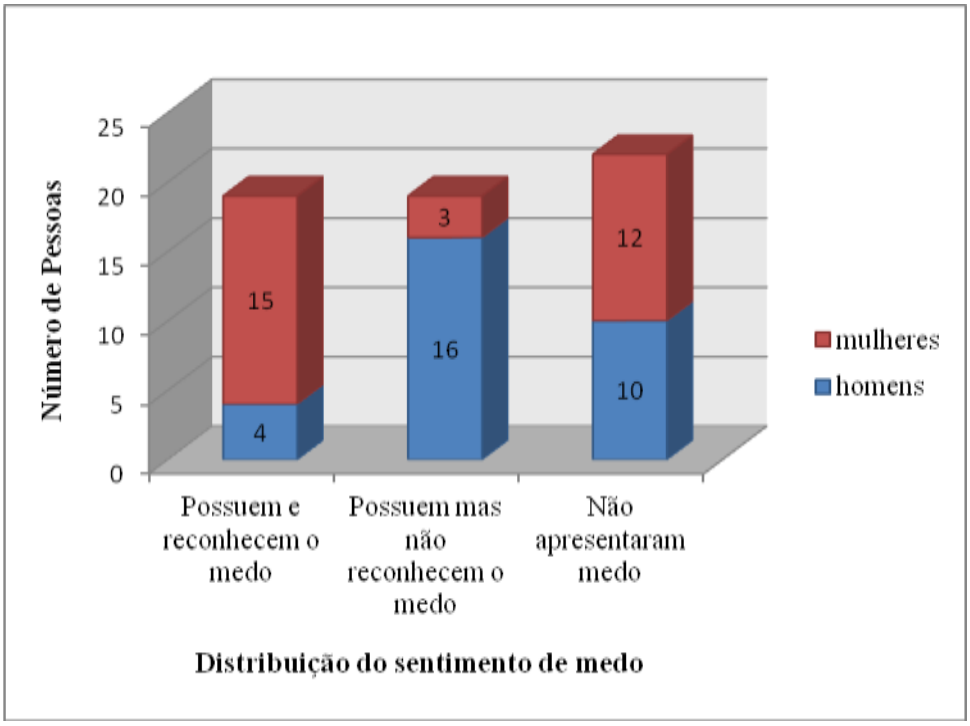


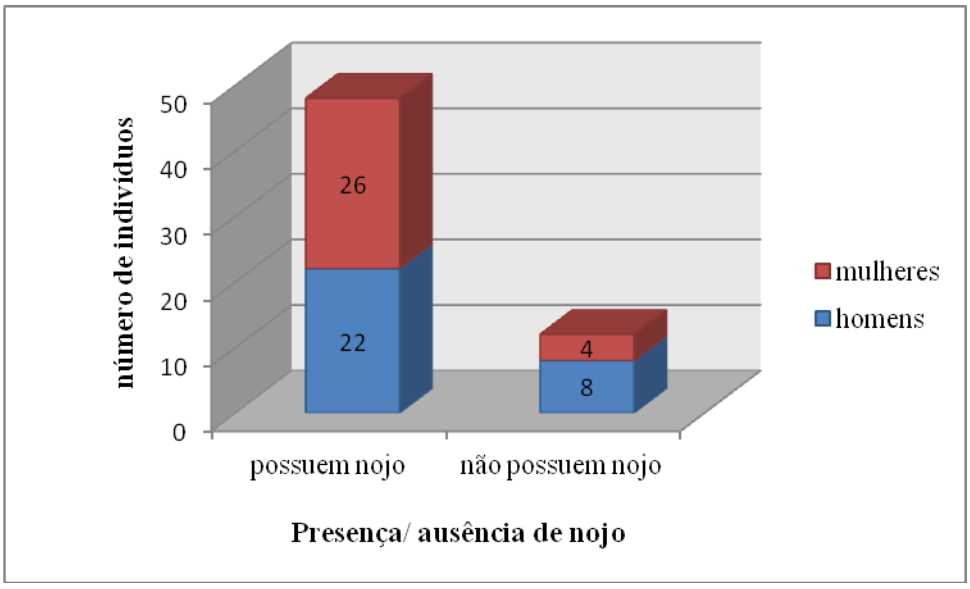
Figura 3: Reconhecimento/ocultação do sentimento de medo entre os entrevistados.

Diversos fatores podem ter influenciado os homens a ocultarem o sentimento de medo durante a entrevista como, por exemplo, a vergonha ou timidez dos entrevistados, a preocupação em se expôr frente a um desconhecido, entre outros. No entanto, vale ressaltar que desde sempre tem sido social e culturalmente imposto ao homem o papel de protetor, tendo que se portar como "aquele que não chora", como "aquele que não tem medo de nada" (LUZ, 2009). Essa postura do homem em relação ao medo tem origens na pré-história, quando os nossos antepassados hominídeos do gênero masculino já possuíam a responsabilidade de se impor diante do medo e do perigo para caçar, pescar e proteger contra os animais e possíveis predadores da época (LUZ, 2009; DANNEMANN, 2010). Ainda nos dias de hoje, tal postura pode ser reconhecida nos atos do homem moderno (LUZ, 2009). Dessa forma, talvez a função da masculinidade imposta pela sociedade e pelo mundo, desde sempre, atue como o fator que faça com que os homens tendam a ocultar o sentimento do medo, o que pode explicar o aqui observado mediante a análise das entrevistas. De qualquer forma, independentemente da ocultação ou não desse sentimento, o medo existe e influencia, de diversas formas, limitando a proximidade e aceitação desses animais pela população e, consequentemente, dificultando as tentativas de apoio à conservação dos anfíbios anuros.

O nojo:

A análise dos discursos e das expressões facias apresentadas pelos participantes durante a entrevista permitiu reconhecer que tanto os homens quanto as mulheres apresentam sentimento de nojo em relação aos anfíbios anuros, em proporções semelhantes (Figura 4; Quadro 3). Não houve diferenças marcantes entre os grupos (UFSCar e FACENS), nem mesmo entre os gêneros, sendo que de um total de 30 homens entrevistados, 22 deles (73,3%) possuiam nojo em relação aos anfíbios. Semelhantemente, das 30 mulheres entrevistadas, 26 delas (86,6%) também apresentaram sentimento de nojo. Ademais, para o sentimento de nojo, não houve uma tendência que este sentimento fosse ocultado, independentemente do gênero.

O elevado número de pessoas que apresentaram sentimento de nojo pode ser explicado devido à tendência natural do ser humano em repudiar líquidos e secreções de consistência viscosa (DARWIN, 2009). Essa tendência de à viscosidade da secreção da pele desses animais é logicamente compreensível, tendo em vista que o ser humano faz uma conexão do sentimento de nojo com o ato de comer ou saborear algo desagradável ao paladar exprimindo, dessa forma, uma aversão a quaisquer fluidos de textura viscosa (DARWIN, 2009). Além disso, associados a uma infinidade de mitos e medos que remetem à pele destes animais, fica fácil compreender a razão de tão grande aversão das pessoas frente à referência a um anfíbio qualquer.



Figua 4: Distribuição do sentimento de nojo de acordo com o gênero.

Quadro 3: Distribuição da identificação do sentimento e/ou expressão de nojo nos grupos UFSCar e FACENS de acordo com o gênero.

Gênero	Número de pessoas nas quais o sentimento de nojo foi identificado:		Total de entrevistados que apresentaram nojo	Não apresentaram sentimento ou expressão de nojo	Total de entrevistados
	Pela expressão facial e no discurso pelo próprio participante	Somente pela expressão facial			
Mulheres/ FACENS	10	1	11	2	
Mulheres/ UFSCar	13	2	15	2	
Total feminino	**23**	**3**	**26 (86,6%)**	**4 (13,3%)**	**30**
Homens/ FACENS	7	3	10	5	
Homens/ UFSCar	10	2	12	3	
Total masculino	**17**	**5**	**22 (73,3%)**	**8 (26,6%)**	**30**

Considerações finais

Mediante as entrevistas realizadas, foi possível não apenas identificar os medos e conhecimentos populares acerca dos anfíbios anuros, mas também compreender suas origens, no que se baseiam e em que medida influenciam o comportamento e a falta de motivação pelo

aprendizado nesse sentido. Em conjunto, todos estes fatores (mitos, cantigas, estórias, medos, nojo, etc) acabam contribuindo para a mitificação dos anfíbios anuros pela sociedade, dificultando quaisquer tentativas educativas em busca da aceitação e do apoio público para a conservação destes animais. Neste contexto, cabe ao Educador na área do Ensino de Ciências e Biologia procurar intervir com propostas educativas numa tentativa de alterar tal situação, visando assim desmitificar estes animais, tão importantes ao ecossistema, mas tão pouco reconhecidos pelos seres humanos.

Dessa forma, a relevância do presente estudo consiste em fornecer subsídios para a proposição de futuras estratégias no ensino de ciências e biologia com o intuito de facilitar a "abertura dos portões da aprendizagem", ou seja, que a educação atue como instrumento de desmitificação, abrindo caminhos para a conscientização das pessoas e esclarecendo a importância da conservação dos anfíbios anuros para o ecossistema e para a sociedade como um todo. Como perspectivas futuras para este trabalho, urge a necessidade de que sejam criadas novas propostas educativas de conscientização ambiental através do Ensino de Ciências e biologia, contribuindo não somente para a desmitificação dos anfíbios anuros, mas também para a formação de cidadãos mais crítico, reflexivos e conscientes.

Referências bibliográficas

ABRAMOWICZ, A. Contos de Perrault, imagens de mulheres. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 19, n. 45, p. 80-98. 1998. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1590/S0101-32621998000200006>. Acesso em abr. 2017.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. **Pesquisa em educação*:*** abordagens qualitativas. 5. ed. São Paulo, Editora Pedagógica e universitária, 1986. 99p.

BETTELHEIM, B. **A psicanálise dos contos de fadas.** 16ª. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2002.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica Em Tese,** Santa Catarina, v. 3, n. 1, p. 68-80. 2005. Disponível em: < https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/1255603/mod_resource/content/0/Aprendendo_a_entrevistar.pdf>. Acesso em mar. 2017.

BONILLA, J. P. Proposta para La realización de proyetos integrados basados em los estúdios ecológicos de los anuros como estrategia pedagógica em la educación ambiental. Venezuela. **Tópicos em Educación Ambiental**, v. 5, n. 13, p. 81-92. 2003. Disponível em: <http://www.anea.org.mx/Topicos/T%2013/Paginas%2081%20-%2092.pdf>. Acesso em fev. 2017.

CAIRO, S. L.; ZALBA, S. M.; NEBBIA, A. J. Representaciones sociales acerca de los anfíbios em paztizales de Argentina. Su importância para La conservación. **Interciencia**, v. 35, n. 12, p. 891-896. 2010. Disponível em: < http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33915588004>. Acesso em abr. 2017.

CARVALHO, I. S. **Paleontologia**. 2 ed. Rio de Janeiro, Interciência, 2004.

COSTA, B. R. **A afetividade como instrumento de mediação da prática educativa**. V Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade", São Cristovão, SE. 2011.

DANNEMANN, F. K. **O homem caçador**. Recanto das Letras, 2010. Disponível em: http:<//www.fernandodannemann.recantodasletras.com.br/php?idt=10555> Acesso em 02/11/11.

DARWIN, C. **A expressão das emoções no homem e nos animais**. ed. 1. São Paulo, Companhia das letras, 2009.

DUELLMAN, W.E.; TRUEB, L. **Biology of Amphibians**. New York, Mc. Graw-Hill, 1986.

EKMAN, P.; FRIESEN, W. V.; HAGER, J. C. **Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement,** 2002. Disponível em < http://face-and-emotion.com/dataface/facs/new_version.jsp>. Acesso em 15/10/11.

FAVERO, Y. A religião e as religiões africanas no Brasil. In: **Presença Africana nas Matrizes Culturais Brasileiras**. Santos, Secretaria Municipal de Santos, 2010.

GUNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Psicologia, Teoria e Pesquisa,** v. 22, n. 2, p. 201-210, 2006.

HOF, C.; ARAÚJO, M. B.; JETZ, W.; RAHBEK, C. Additive threats from pathogens, climate and land use for global amphibian diversity. **Nature**, 2011. p. N10650.

IORIOPETROVICH, A. C.; ARAÚJO, M. F. F.; MONTENEGRO, L. A.; PINTO, E. D. J. Temas de difícil ensino e aprendizagem em ciências e biologia: experiências de professores em formação durante o período de regência. **REnBio**, v. 7, 2014.

JUNG, C. G. **Arquétipos e o inconsciente coletivo.** 2. ed. Editora Vozes Limitada, 2011.

LEITE, M. C. V. A. **Cobras e sapos: esses bichos malditos!** Um estudo sobre a relação entre os saberes populares e saberes acadêmicos na educação ambiental. 2005. 243 f. Dissertação de Mestrado em Ciências da Educação - Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade do Porto, Porto, 2005.

LONGUI, M. T.; REATEGUI, E. B.; BERCHT, M.; BEHAR, P. A. **Um estudo sobre os fenômenos Afetivos e Cognitivos em Interfaces para Softwares Educativos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2007.

LOOS, H.; SANT'ANA, R. S. **Cognição, afeto e desenvolvimento humano: a emoção de viver e a razão de existir**. Curitiba, Editora UFPR, n. 30. p. 165-182, 2007.

LOPES, D. C. **Afetividade e o sucesso/fracasso escolar.** Campinas. Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2006.

LUZ, M. P. **Educação e gênero:** a re-significação da masculinidade. 2009. 120 f. Dissertação de Mestrado em educação - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS, 2009.

MAGALHÃES, M. C. **Socorro! Tem um bicho aqui!** 2002. 123 f. Tese de Doutorado em Educação - Faculdade De Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MINAYO, M.C. **Pesquisa social: teria, método e criatividade**. Petrópolis, Vozes, 2012.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel.** Sao Paulo, Moraes, 1982.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, Belo Horizonte, MG, 1996.

OLIVEIRA, S. M.; LIMA, A. S. **O mito na formação da identidade.** Manaus, UFAM Editora, p. 17, 2011.

PAZINATO, D. M. M. **Estudo etnoherpetológico: conhecimentos populares sobre anfíbios e répteis no município de Caçapava do sul, Rio Grande do Sul.** 2013. 66 f. Monografia de Especialização, Santa Maria (RS), 2013.

PIAGET, J. **A psicologia da criança**. 2 ed. DIFEL, Rio de Janeiro, 2006.

PINTO, F.E.M. Os (des) afetos da inteligência. **O possível diálogo entre cognição e afetividade.** Publicação UEPG Ciências Humanas, Ciências Sociais Aplicadas, Ponta Grossa: Linguagem, Letras e Artes, 2005.

PIRES, J. C. S.; MACÊDO, K. B. **Cultura organizacional em organizações públicas no Brasil**. Rio de Janeiro, RAP, v. 40, p. 81-105, 2006.

RODRIGUES, M. F. 2005. **Unesp/Botucatu estuda veneno de sapo**. IB, Botucatu – SP. (http://www.unesp.br/proex/universia/veneno_sapo.php)

SCHELEY, T. R.; SILVA, C. R. P.; CAMPOS, L. M. L. A motivação para aprender biologia: o que revelam alunos do ensino médio. **Revista da SBEnBio**, v. 7, 2014.

SYDNEY, N. V. Desmistificando os mamíferos marinhos: uma ação de popularização da ciência em Campo Largo – PR**. Revista da Biologia** – Instituto de Biociências USP, 2008.

TERENCE, A. C.; FILHO, E. E. Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais. **XXVI ENEGEP**, Ceará, Brasil, 2006.

VYGOTSKY, L. S. **Teoria e método em psicologia.** 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

WADSWORTH, B. J. **Inteligência e Afetividade da Criança na Teoria de Piaget**; Pioneira, São Paulo, 2001.

WOEHL Jr., G.; WOEHL, E. N. **Sapo, rã ou perereca?** Santuário Rã-bugio, Guaramirim, Santa Catarina – SC, 2002.

Apêndice A: Folheto.

Fonte: http://pinktreefrog.typepad.com/amphibianavenger/2010/02/index.html

Fonte: http://wonderfulseaworld.blogspot.com/

Fonte: http://olhares.uol.com.br/ra_touro_foto839091.html

A biologia nos periódicos brasileiros: um olhar histórico

Biology in Brazilian journals: a historical perspective

Marcelo Lima Loreto [a]
Luisa Massarani [b]
Ildeu de Castro Moreira [c]

RESUMO

Investigamos como a biologia e algumas de suas subáreas foram apresentadas em jornais brasileiros no período de 1850 a 1980. Em seguida, analisamos a cobertura feita por três jornais diários de grande circulação na então capital do país, Rio de Janeiro, nas décadas de 1870 (*O Globo*), 1900 (*O Paiz*) e 1930 (*Jornal do Brasil*), período importante para a consolidação da biologia no país. Observamos que a biologia adquiriu presença expressiva nos jornais a partir da década de 1870, associada ao contexto de amplas discussões científicas, políticas e filosóficas. Nas décadas seguintes, sua presença seguiu em ascensão, mas, agora, de forma relacionada aos aspectos práticos e utilitaristas de seus conhecimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Divulgação científica. História da biologia. História da divulgação científica.

ABSTRACT

We investigated how biology and some of its subareas were presented in Brazilian newspapers from 1850 to 1980. We then analyzed the coverage of three large daily newspapers in the then capital of Brazil, Rio de Janeiro in the 1870s (*O Globo*), 1900s (*O Paiz*) and 1930s (*Jornal do Brasil*), an important period for the consolidation of biology in the country. We observed that biology acquired an expressive presence in the newspapers from the 1870s, associated with the context of broad scientific, political and philosophical discussions. In the following decades, their presence continued to rise, but now, in a way related to the practical and utilitarian aspects of their knowledge.

KEYWORDS: Science communication. History of biology. History of science communication.

[a] Doutorando na Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da UFRJ - (marcelo.loreto@gmail.com).

[b] Pesquisadora do Núcleo de Estudos de Divulgação Científica do Museu da Vida e coordenadora do Mestrado em Divulgação da Ciência, Tecnologia e Saúde, ambos da Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz - (luisa.massarani@fiocruz.br).

[c] Professor do Instituto de Física da UFRJ e docente do Mestrado em Divulgação da Ciência, Tecnologia e Saúde, Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz - (ildeucastro@gmail.com).

Introdução

O campo das ciências biológicas recebeu, de maneira geral, menor atenção pelos historiadores da ciência quando comparado às outras áreas disciplinares, mesmo em âmbito internacional (LOPES, 2005). Pelo lado da divulgação cientifica, pouco se conhece de sua trajetória histórica no Brasil, em particular em relação à história da divulgação em biologia (MASSARANI e MOREIRA, 2016).

Bell et al. (2009) apontaram um número crescente de indivíduos apreendendo ciência em meios não formais. Os jornais também podem ser entendidos como uma ferramenta para a educação não formal. No Brasil, uma enquete nacional sobre a percepção pública da C&T (CGEE/MCTI, 2015) mostrou que os jornais continuam sendo uma das principais fontes de informações em ciência para o grande público.

Neste artigo, analisamos como a biologia foi apresentada em jornais brasileiros, especificamente do Rio de Janeiro, a partir de uma investigação dos termos relacionados à biologia e algumas de suas principais subáreas, com o objetivo de identificar as tendências que surgiram nos momentos de sua recepção e consolidação no país. Elaboramos, inicialmente, um panorama geral analisando as frequências de páginas de periódicos dos séculos XIX e XX que continham estes termos. Realizamos, também, com o propósito de comparação, uma pesquisa destes termos equivalente em inglês, em uma base de dados distinta. Em seguida, fizemos um estudo das matérias que mencionaram a biologia em três jornais diários de grande circulação do Rio de Janeiro, nas décadas de 1870 (*O Globo*), 1900 (*O Paiz*) e 1930 (*Jornal do Brasil*). A escolha dos períodos será mais bem detalhada na seção de metodologia deste artigo, que carrega um caráter exploratório pela escassez de trabalhos sobre o tema e por abranger um período bastante amplo.

Breve histórico da biologia no Brasil

Existem trabalhos que tratam de distintos momentos dos campos correlatos a biologia no Brasil. Não pretendemos realizar uma extensa revisão sobre esta trajetória, mas apontar marcos e processos históricos que consideramos importantes para uma melhor compreensão dos resultados sobre a cobertura da mídia que serão apresentados e discutidos.

Embora os estudos sistemáticos da natureza tenham origens já na Antiguidade, a biologia iniciou sua trajetória como um campo disciplinar moderno na Europa, na segunda metade do século XIX. Para Smocovitis (1992), no início do século XX, houve a unificação dos conhecimentos das ciências da vida, que antes estavam contidos em ramos que, embora tratassem assuntos comuns à vida, possuíam diferentes tradições epistemológicas. Áreas contidas na história natural, como a zoologia e a botânica, de caráter descritivo, aliaram-se às de tradições experimentais, como a citologia, embriologia e a fisiologia, integradas todas pelo novo paradigma da teoria evolutiva de Darwin e Wallace.

As crescentes aplicações práticas dos conhecimentos biológicos, ao longo do século XIX, também contribuíram para o reconhecimento da biologia na sociedade. No início do século XX, com os avanços advindos da revolução pasteuriana, estes conhecimentos já eram amplamente utilizados nas áreas médica, de produção industrial e agrícola (BERNAL, 1978).

No Brasil, já havia alguma tradição na pesquisa biológica não sistematizada desde a atuação dos primeiros naturalistas. Já nas primeiras décadas do século XIX, estabeleceram-se os primeiros cursos de medicina no país, que subsidiaram o avanço das pesquisas biológicas, como foi o caso das escolas médicas da Bahia e do Rio de Janeiro (MARTINS,1994). Em relação a divulgação científica, a chegada da Corte Portuguesa ao Brasil foi um marco importante, além da abertura dos portos e da criação de instituições de referência, como o Real Horto e o Museu Real, no Rio de Janeiro. Na segunda metade do século XIX, houve o aumento do interesse do público pela ciência, fruto das repercussões da Segunda Revolução Industrial. Nesse período, em que foram criados muitos periódicos[4], iniciou-se também a conformação de grupos importantes de pesquisas médicas, como a Escola Tropicalista Baiana, além de iniciativas relevantes em divulgação científica, como as Conferências Populares da Glória, no Rio de Janeiro. Os museus também desempenharam papel importante na difusão das ciências, destacadamente o Museu Nacional e, também, o Museu Paraense Emílio Goeldi (SÁ e DOMINGUES, 1996).

Nas décadas de 1860 e 1870 iniciou-se também a difusão da teoria darwinista no país (DOMINGUES, SÁ e GLICK, 2003; MOREIRA, 2017). Fritz Müller (1822-1897) produziu trabalhos importantes sobre seleção natural e difundiu o darwinismo (WEST, 2003; MÜLLER, 2009). Por outro lado, cientistas com viés criacionista atuaram no país, como Jean Louis Rodolphe Agassiz (1807-1873) e outros posicionavam-se ambiguamente a respeito do darwinismo (DOMINGUES E SÁ, 2003). Ainda na década de 1870, o médico João Batista Lacerda (1846-1915), em colaboração com o fisiologista francês Louis Couty (1854-1884), produziu trabalhos importantes em biologia, que ministrou cursos de "Biologia Industrial" na Escola Politécnica do Rio de Janeiro (MASSARANI e MOREIRA, 2003).

Na transição para o século XX, foram criados os importantes institutos de pesquisas biomédicas, que impulsionaram a biologia no pais, como o Instituto Bacteriológico de São Paulo (1893), o Instituto Butantã (1899) e o Instituto Soroterápico Federal (1900), dentre outros (MARTINS, 1994).

Nas primeiras décadas do século XX, marcadas pelas tensões sociais da República Velha, vimos a criação do laboratório de fisiologia dos irmãos Álvaro Osório de Almeida (1882-1952) e Miguel Osório de Almeida (1890-1952), no Rio de Janeiro (MASSARANI e MOREIRA, 2004). Na década de 1920, observou-se um intenso aumento nas atividades de divulgação científica no país, inclusive na biologia, especialmente no Rio de Janeiro, com a participação de muitos cientistas e professores que criaram a Academia Brasileira de Ciências e a Associação Brasileira de Educação (MASSARANI e MOREIRA, 2016). A década seguinte (1930), a última analisada detidamente neste trabalho, distinguiu-se pelo movimento de criação das universidades, que contribuíram para ascensão e institucionalização das pesquisas e para o ensino em biologia. Na Universidade de São Paulo (USP), fundada em 1934, havia grupos de pesquisa em fisiologia, nutrição, anatomia, histologia, dentre outras.

[4] Cerca de 10% destes estavam relacionados, de alguma maneira, à ciência e à sua difusão (MOREIRA E MASSARANI, 2016).

Estes foram processos que ocorreram em momento de grandes mudanças sociais e políticas no país, resultantes da instalação do governo Vargas, em 1930. Segundo Bizzo (2004), a biologia tornou-se então uma referência educacional. A disciplina "Biologia Educacional", ministrada por Almeida Júnior (1892-1971), foi uma forte referência nos cursos do magistério. Duarte (2009) sustenta que muitas iniciativas de divulgação científica em biologia foram usadas para reforçar as concepções de um Estado forte e centralizado, com biólogos importantes, como Candido Firmino de Mello Leitão (1886-1948), encampando este movimento, denominado "Biologia militante". Ainda na década de 1930, Edgard Roquette-Pinto (1884-1954) também exerceu intensa atividade na educação e divulgação científica, tendo sido um dos criadores da Rádio Sociedade (1923), diretor do Museu Nacional, e criador do Instituto Nacional do Cinema Educativo (1936) (MOREIRA, MASSARANI e ARANHA, 2008). Nesta década, as pesquisas em genética iniciavam-se no país, com André Dreyfus (1897-1952), na USP, tendo formado um importante grupo de geneticistas, além das pesquisas de Carlos Arnaldo Krug (1906-1973) e Friedrich Gustavo Brieger (1900-1985). No entanto, segundo Schwartzman (2001), foi com a chegada do geneticista Theodosius Dobzhansky (1900-1975), em 1943, que a genética brasileira experimentou salto qualitativo.

Metodologia

Em uma primeira etapa, realizamos uma análise panorâmica das frequências de páginas de periódicos brasileiros, dos séculos XIX e XX, que citaram termos (palavras-chave) relacionados à biologia e a algumas de suas subáreas. Com o propósito tão-somente de uma breve comparação, verificamos também estes termos equivalentes em inglês, em uma extensa base de dados de livros editados em inglês, no mesmo período.

Os periódicos nacionais foram consultados no acervo digitalizado da Hemeroteca Digital Brasileira (HDB), disponível na internet[5], proveniente do acervo físico bicentenário da Fundação Biblioteca Nacional (FBN)[6]. O acervo físico é o mais antigo e completo do gênero no país, composto por mais de 58 mil títulos, com uma ampla diversidade de periódicos, científicos ou não, provenientes de todos os estados do país[7]. A seleção do acervo digital é orientada por uma política de digitalização[8] que envolve, dentre outros aspectos, a importância, valor histórico e direitos autorais. Os dados desta pesquisa foram coletados em meados de 2016, quando existiam aproximadamente 42 milhões de páginas digitalizadas.

---

[5] Disponível em <http://bndigital.bn.br/hemeroteca-digital/>. Acesso: 31 jan. 2017.

[6] As hemerotecas digitais têm contribuído para a preservação e acesso ao acervo. A busca por palavras é possível devido à tecnologia de Reconhecimento Ótico de Caracteres (Optical Character Recognition – OCR), permitindo que grandes quantidades de informações tornem-se recuperáveis. Diversos fatores influenciam o desempenho do OCR, como a qualidade do original, resolução da digitalização, páginas distorcidas etc., porém, é notória a utilidade da tecnologia e as satisfatórias taxas de precisão (GIORDANO, 2016).

[7] Ele inclui desde os primeiros jornais do país até jornais extintos do século XX. No momento do lançamento do portal (2012), havia pelo menos cinco milhões de páginas de periódicos digitalizadas. Os documentos foram digitalizados no Laboratório de Digitalização da Biblioteca Nacional.

[8] A íntegra da política de digitalização, elaborada pela FBN, pode ser acessada no endereço disponível em <http://bndigital.bn.br/hemeroteca-digital/>. Acesso: 31 jan. 2017.

Na primeira etapa da pesquisa, analisamos as frequências médias das páginas que citaram os termos 'biologia', 'história natural', 'botânica', 'zoologia', 'genética' e 'ecologia', em uma escala de 100 mil páginas[9], em um extenso período de tempo, década de 1850 a 1980, no conjunto de periódicos presentes na HDB, a fim de obtermos um panorama amplo da dinâmica de exposição destes termos nos jornais brasileiros. A unidade de ocorrência é a página que cita determinado termo e não a ocorrência individual de cada termo em si. Portanto, não estão discriminadas quantas citações deste existam em cada página. Evidentemente, o número absoluto de ocorrências individuais de cada termo irá variar do número de páginas aqui apresentados. Porém, tendo como objetivo o resultado em um marco temporal amplo (140 anos), estas variações não prejudicam nosso propósito.

O termo "biologia" foi selecionado por possuir uma relação direta com o campo em análise, já "história natural" pela importância para seu surgimento. O termo "genética" foi escolhido especialmente pelo seu papel na consolidação da biologia moderna e "zoologia" e "botânica" o foram pela tradição e importância na história da ciência e também na posterior confluência dentro da biologia. Por fim, selecionamos "ecologia" por ter conquistado grande notoriedade na biologia na segunda metade século XX. Pesquisamos também outros termos, como "ciências biológicas" (e "sciencias biológicas", uma antiga variante da escrita), sinônimo de biologia na atualidade, apenas com o fim de possibilitar comparações.

Ao final desta etapa, elaboramos também um gráfico que exibe a presença da dos cinco termos utilizados acima, na versão em inglês, pesquisados na base de dados de livros (e não de periódicos) do Google Books, por meio da ferramenta Google Ngram Viewer[10], que também utiliza a tecnologia OCR. Os termos pesquisados foram 'biology', 'natural history', 'genetics', 'botany', 'zoology' e 'ecology'. O objetivo é comparar nossos resultados com outra base de dados relevante que opera sobre um volume enorme de dados. Seu acervo total *online* ultrapassa a marca de 8 milhões de livros, o que representa aproximadamente 6% de todos os livros publicados no mundo, em mais de 8 línguas (BOHANNON, 2010; EMANUEL, 2016; MICHEL, 2011). Neste caso, a frequência refere-se as ocorrências individuais de cada termo, em um percentual do volume total de todas palavras publicadas em cada ano, e não em décadas, como na metodologia desenvolvida para pesquisa na HDB. Deste modo, os resultados não podem ser comparados em valores absolutos entre os dois gráficos panorâmicos, mas sim em relação às tendências de ocorrências ao longo do tempo.

Na segunda etapa desta pesquisa, selecionamos três décadas (1870, 1900 e 1930) em que analisamos os conteúdos das matérias que fizeram referências somente ao termo "biologia" [11] em um jornal de grande circulação do Rio de Janeiro para cada década. A

---

[9] Optamos por este método, nesta primeira etapa, com o objetivo de tornar mais claras as tendências do aparecimento dos termos pesquisados ao longo das décadas, pois corrige uma distorção importante, que é a distribuição desigual do número de periódicos digitalizados na HDB ao longo do tempo, especialmente na segunda metade do século XX, quando há uma drástica redução, conforme demonstraremos nos resultados.

[10] Disponível em <http://books.google.com/ngrams>. Acesso em 04 mar. 2017.

[11] As buscas preliminares indicaram-nos que os termos "ciências biológicas" e "sciências biológicas" apareceram em quantidade muito inferior ou mesmo residuais em relação ao termo escolhido.

escolha das décadas seguiu, essencialmente, as sugestões encontradas na literatura a respeito do surgimento da biologia no Brasil. A primeira década selecionada (1870) foi o período da recepção do darwinismo nas discussões científicas brasileiras e quando iniciaram as primeiras ocorrências de "biologia" nos periódicos. Na década de 1900, já sob o regime republicano, foi o período do surgimento dos importantes centros de pesquisa biomédica e, a última década (1930), no governo Vargas, estavam se consolidando nas nascentes universidades os grupos importantes de pesquisa em biologia, além de ter sido havido aumento expressivo de ocorrências do termo "biologia" no periódico, conforme demonstraremos nos resultados.

Como nenhum jornal carioca, contido na HDB, perdurou ao longo das três décadas pesquisadas, optamos por jornais distintos e que apresentaram o maior número de páginas citando "biologia" em cada década selecionada. Além destes serem diários, de grande circulação e influentes veículos de comunicação sediados na capital do país. Os jornais selecionados foram *O Globo* (década de 1870), *O Paiz* (década de 1900) e o *Jornal do Brasil* (década de 1930). Optamos por jornais cariocas pelo fato de o Rio de Janeiro ter sido a capital do Império e da República durante este período e por concentrar, naquele momento, a maioria das principais instituições científicas do país, apesar de não serem estas as únicas.

O jornal *O Globo*[12], foi um dentre os vários com o mesmo nome e não possui relação com jornal homônimo atual. Fundado em 1874, era controlado pelo político e jornalista pró-república Quintino Bocaiúva (1836-1912). Foi extinto em 1883 (LEMOS, 2011). O matutino *O Paiz*[13] (década de 1900), o mais importante entre os que tiveram mesmo nome, foi lançado 1884 e era tido como um órgão governista da República Velha. Foi um dos principais formadores de opinião da sociedade brasileira, tendo surgido em uma conjuntura tensa entre militares e autoridades do Império. Bocaiúva também participou de sua fundação e consolidação, imprimindo-lhe uma linha republicana. O jornal permaneceu ativo até 1934, quando então foi fechado pela Revolução de 1930, sendo refundado em 1933 e extinto definitivamente em 1934 (BRASIL, 2015b; LEMOS, 2011). O *Jornal do Brasil*[14] (década de 1930) foi fundado no Rio de Janeiro, em 1891. O jornalista e político da República Velha Fernando Mendes de Almeida (1845-1921) era o chefe de redação. Passou por diversas fases em mais de cem anos de sua existência e desempenhou papel crucial na definição dos rumos da imprensa brasileira. Vítima de longa e severa crise financeira, sua versão impressa foi extinta em 2010, quando passou a existir somente na internet (BRASIL, 2015a).

As matérias e notícias que continham as ocorrências de "biologia", encontradas nestes jornais, totalizando 210[15], foram submetidas à análise de conteúdo (BARDIN, 1977).

---

[12] O GLOBO: orgão da Agencia Americana Telegraphica, dedicado aos interesses do commercio, da lavoura e da industria. Rio de Janeiro, RJ: Typographia do globo, 1874-1883. Disponível em: <http://bndigital.bn.br/acervo-digital/globo/369381>. Acesso em: 6 fev. 2017.

[13] O PAIZ. Rio de Janeiro, RJ: [s.n.], 1884-1934. Disponível em: <http://bndigital.bn.br/acervo-digital/paiz/178691>. Acesso em: 6 fev. 2017.

[14] JORNAL DO BRASIL. Rio de Janeiro, RJ: [s.n.]. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DOCREADER/DOCREADER.ASPX?BIB=030015>. Acesso em: 6 fev. 2017.

[15] Com o objetivo de possibilitar a classificação das matérias no Jornal do Brasil (1930), que possui um número muito volumoso de ocorrências de páginas citando "biologia" (1752), utilizamos uma amostra de 86 ocorrências

Elaboramos sete categorias (ver Tabela 1), construídas e refinadas a partir de uma análise inicial das matérias, com objetivo de classificar as matérias encontradas a fim de tornar evidentes os elementos que consideramos importantes na conformação dos campos científicos. Consideramos distintas concepções epistemológicas para formação destes, tais como o estabelecimento de seus paradigmas, que podem estar expressos na qualidade e na proporção das discussões de caráter filosófico pertinentes ao campo, como preconiza a perspectiva inaugurada por Thomas Kuhn (1962). As dimensões práticas, ou utilitárias, dos conhecimentos de um campo científico, derivadas das necessidades econômicas e políticas de determinada época, constituíram um critério inspirado no tratamento empregado por Bernal (1978) ao narrar a história da biologia no mundo. Elaboramos, também, categorias que apreendessem a dimensão institucional como um elemento importante na formação dos campos científicos, critério proposto por alguns autores, entre os quais Dantes (2001).

Tabela 1. Categorias criadas para sistematização das matérias que citaram o termo "biologia" nos jornais *O Globo* (década de 1870), *O Paiz* (década de 1900) e o *Jornal do Brasil* (década de 1930).

Categorias	Característica/Perfil das matérias
Pesquisas, discussões relativas à ciência em geral.	Caráter filosófico, reflexivo e menos prático ou aplicado da biologia.
Educação (especificamente ensino superior).	Predomínio de informações associadas ao ensino superior.
Educação (especificamente ensino básico).	Predomínio de informações e associadas ao ensino básico.
Divulgação científica.	Contexto e/ou esforços voltados especificamente para atividades de divulgação científica
Laboratórios, institutos, estações experimentais, biologia e saúde etc.	Aspectos mais práticos e utilitários da biologia
Sociedades e entidades, congressos de biologia.	Traduzem a organização e estruturação do campo da biologia no país
Publicações (livros, revistas), biologia e literatura etc.	Traduzem a organização e estruturação do campo da biologia no país e sua disseminação na literatura.

Posteriormente, confeccionamos gráficos demonstrando a distribuição proporcional das matérias nas respectivas categorias e destacamos e analisamos trechos relevantes destas matérias, possibilitando uma melhor compreensão do contexto em questão.

Resultados e discussão

Análise panorâmica (séculos XIX e XX)

Os valores apresentados abaixo (Tabela 2) exibem o número de páginas citando os termos relacionados à biologia e seus subcampos, além de história natural, pesquisados nos periódicos da HDB. Na segunda coluna, observamos que a quantidade de periódicos é

(aproximadamente 5% do total), sendo que foram categorizadas, em média, as 10 primeiras ocorrências de páginas a cada ano (1930 a 1939) para que o resultado representasse o conjunto da década.

bastante desigual ao longo do período, alterando também o número de páginas disponíveis (terceira coluna), especialmente a partir da segunda metade do século XX, em que há uma queda expressiva no neste número. Para ajustar ou reduzir tal distorção, elaboramos a frequência média de páginas em uma base de 100 mil páginas.

Tabela 2. Ocorrências médias de páginas que citaram os termos "biologia", "história natural", "botânica" e "zoologia" "genética" e "ecologia", a cada 100 mil páginas pesquisadas, em todos periódicos da Hemeroteca Digital Brasileira (décadas de 1850 e 1980).

Década	Total de periódicos	Páginas consultadas	Biologia	História Natural	Botânica	Zoologia	Genética	Ecologia
1850	422	1.135.028	2,3	161,0	104,1	52,25	0,7	0,3
1860	582	1.102.674	4,8	180,6	133,1	72,37	0,5	0,6
1870	930	1.474.838	41,1	181,2	235,6	120,96	0,5	0,3
1880	1449	1.953.148	89,3	188,5	309,9	169,62	1,7	0,6
1890	1238	2.486.679	107,7	233,5	182,0	124,34	1,2	1,3
1900	647	3.124.047	70,3	241,8	97,0	55,57	0,9	1,5
1910	537	3.444.183	112,1	324,1	106,8	74,73	1,5	6,5
1920	446	4.089.995	159,5	271,4	101,3	54,57	11,4	5,7
1930	364	4.563.609	282,8	222,7	151,4	65,12	31,8	29,2
1940	252	3.939.721	311,1	121,6	107,6	53,89	36,7	40,9
1950	223	4.228.808	280,4	103,3	120,7	59,78	68,5	57,3
1960	162	2.994.937	363,6	115,0	115,9	56,60	113,3	47,3
1970	138	2.252.035	586,1	94,8	129,3	64,21	194,4	373,9
1980	101	1.847.308	410,2	53,6	113,6	55,00	209,6	626,8
Total	-	38.637.010	-	-	-	-	-	-

Fonte: Hemeroteca Digital da Biblioteca Nacional (dados coletados em 2016).

Na Tabela 2, observamos que o número de páginas citando de "biologia", "genética" e "ecologia" apresentam dinâmicas de ocorrências distintas no decorrer do tempo quando comparadas com "história natural", "botânica" e "zoologia". Estes últimos partem de um volume expressivo de ocorrências na década de 1850 e seguem uma tendência geral de redução nas décadas seguintes, como observamos melhor no Gráfico 1:

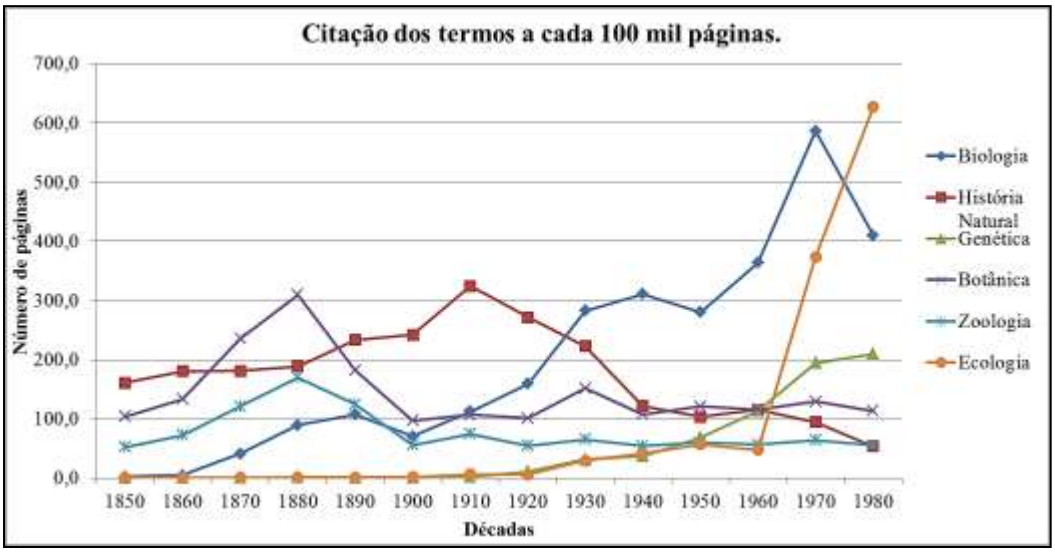


Gráfico 1. Ocorrências médias de páginas contendo os termos 'biologia', 'história natural', 'botânica', 'zoologia', 'genética' e 'ecologia', a cada 100 mil páginas pesquisadas em todos periódicos da HDB, entre as décadas de 1850 e 1980. Fonte: HDB (2016).

O volume de páginas citando "biologia" tornou-se significativo somente a partir da década de 1870 (41,1 em 100 mil páginas), valor dez vezes superior à década anterior (4,8). Nas décadas seguintes, estas frequências continuaram aumentando e em grandes proporções, como vemos na de 1920 e, especialmente, na de 1930 (Tabela 2 e Gráfico 1), que inclusive ultrapassaram as ocorrências de "história natural". Isto corresponde às proposições de Duarte (2009) e Bizzo (2004), que apontaram o intenso aumento das atividades de divulgação e ensino da biologia durante o governo Vargas. Este aumento pode ter contribuído para uma maior exposição da biologia nos jornais da década de 1930. Sabemos também que a disciplina de biologia já era ministrada no ensino básico de alguns estabelecimentos de ensino do Rio de Janeiro, pelo menos desde 1906, e sua oferta foi se ampliando nas décadas seguintes (LORETO, 2014). Mello Leitão publicou um dos primeiros manuais para o ensino de biologia, *Elementos de Zoologia*, em 1917 (BIZZO, 2004).

Nas décadas de 1940 e 1950, houve uma estagnação e retração respectivamente nas frequências médias de páginas citando "biologia". Além da II Guerra Mundial, que mobilizou a mídia e o interesse público em outras direções, e que também afetou a produção de pesquisa em escala mundial, um dos fatores que poderia justificar isto seria o fato de o interesse pela energia nuclear e pela física galvanizar mais as atenções nesse período. A partir da década de 1960, houve um crescimento nas ocorrências de "biologia", o que pode estar está relacionado aos grandes avanços das subáreas em ascensão dentro da própria biologia, especialmente a genética e a ecologia, que experimentaram grandes avanços, como a descoberta da estrutura do DNA, e estiveram em evidência na sociedade nas décadas finais do século XX, a exemplo da ascensão do movimento ambientalista.

A aparição das páginas citando "ecologia" tem uma ascensão extraordinária na década de 1970 e condiz com os trabalhos que demonstram as crescentes preocupações com as questões ambientais surgidas em meio à crise do petróleo, resultando nos primeiros encontros de potências mundiais sobre o meio ambiente, na tentativa de responder às pressões sociais advindas dos problemas ambientais, notadamente, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, em 1972 (JATOBÁ, et al. 2009).

O número médio de páginas citando "genética" é notadamente alto a partir da década de 1970, se comparado as de "zoologia" e "botânica" (ver Tabela 1 e Gráfico 1). A aparição significativa deste termo iniciou-se a partir da década de 1920, quando os primeiros grupos de geneticistas se consolidavam no Brasil, especialmente no estado de São Paulo.

As páginas que citaram "zoologia" e "botânica", ao contrário dos termos "biologia", "ecologia" e "genética", destoaram com um número bem inferior, porém relativamente constante, nas décadas finas do século XX. O termo "história natural" decaiu intensamente a partir da década de 1930, refletindo possivelmente o crescente predomínio a autonomia da biologia como um campo majoritário nas ciências naturais, bem como uma maior especialização e formação profissional, quando então as faculdades passaram a substituir os cursos de História Natural pelos de Biologia ao longo das décadas de 1970 e 1980.

Apesar do decréscimo ocorrido no final do século XX, as frequências absolutas de "botânica" apresentaram a terceira maior quantidade total durante toda a série analisada, totalizando 52.287 citações, contra 86.373 de "biologia", em primeiro lugar, e 71.686 de

"história natural", em segundo. As páginas de "zoologia" somam 27.902 ocorrências, "ecologia" com 27.343 e "genética" com 18.068 ocorrências absolutas. A alta prevalência do termo "botânica", durante a segunda metade do século XIX, corresponde aos apontamentos de Mello Leitão (1937), que descreveu uma intensa atividade de pesquisa neste campo no mesmo período.

Por fim, no Gráfico 2, os resultados obtidos na pesquisa realizada pelo Ngram Viewer no Google Books, com os termos equivalentes em língua inglesa:

Gráfico 2. Ocorrências percentuais dos termos "biology", "natural history", "genetics", "botany", "zoology", "ecology", nos livros em língua inglesa contidos no Google Books, entre as décadas de 1850 e 1980. Fonte: Google Books Ngram Viewer (2017).

Apesar de possuírem uma base de dados distinta da HDB (periódicos), notamos grande semelhança na dinâmica da aparição dos termos, o que nos sugere que os resultados no Brasil podem expressar a influência de fenômenos complexos que ocorreram em nível internacional, tanto no aspecto de uma possível influência das publicações de língua inglesa na mídia nacional, ou mesmo oscilações na exposição da biologia em nível mundial.

Análise específica das décadas (1870,1900 e 1930)

Década 1870 (O Globo)

No Gráfico 3, vemos que a maior parte das citações do termo "biologia" (64%), analisadas individualmente em *O Globo*, na década de 1970, estava contida em matérias ou notícias relacionadas às discussões mais gerais da ciência, muitas vezes de caráter filosófico e político. Elas refletiam também a conjuntura política da segunda metade do século XIX, quando os ideais republicanos confrontavam as concepções monarquistas. Nesse contexto, as ciências em geral traziam uma importante contribuição para a concepção de desenvolvimento e progresso apregoada pelas correntes republicanas.

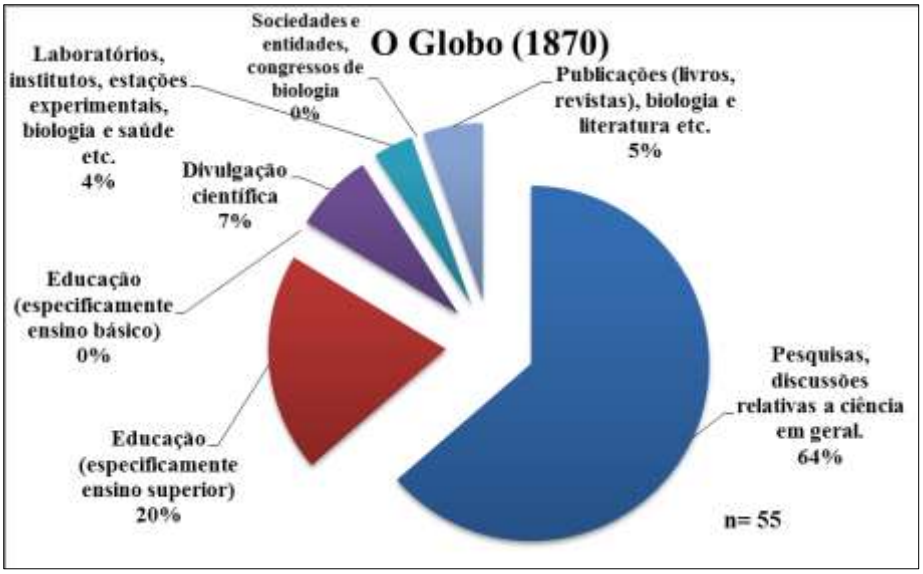


Gráfico 3. Distribuição em sete categorias das matérias que citaram o termo "biologia" em *O Globo*, na década de 1870. Fonte: Hemeroteca Digital Brasileira.

O jornal, um dos principais propagadores das ideias republicanas, frequentemente publicava matérias associando a biologia com áreas específicas da ciência, como a sociologia, a química e a física. No fragmento abaixo, apresentamos uma resenha, não assinada, a respeito da obra do filósofo liberal positivista Herbert Spencer (1820-1903):

> O estudo de todos os phenomenos da vida, desde a vida rudimentária do infinito ser que ainda não apresenta sinão uma agregação de cellulas apenas organizadas, até a vida, constitue para o Sr. Spencer como para o Sr. Auguste Comte a biologia [...] a biologia no homem sinão o indivíduo; mas a reunião desses indivíduos, o seu aggregado [...] (O GLOBO, 27 de jan. 1875, p. 2).

Percebemos acima a biologia sendo comentada e apresentada didaticamente ao público leigo, com um caráter de novidade, característica comum em muitas outras matérias analisadas. Notamos também a estreita relação estabelecida entre a biologia e os estudos sociais, outro traço marcante em outras matérias. A biologia era frequentemente apresentada como uma ciência auxiliar para explicar questões sociais da época, muitas das quais estavam explicitamente impregnadas de teses de distintas correntes positivistas. Observamos, também, uma grande quantidade de matérias reproduzidas de autores estrangeiros, em sua maioria europeus, que versavam sobre a biologia, evidenciando que o jornal acompanhava de perto as publicações e os debates referentes à biologia no exterior.

Outro resultado relevante foi a porcentagem de ocorrências relacionadas ao ensino superior (20%). Trata-se de matérias e notícias que, em geral, abordavam a movimentação de cientistas, professores e alunos nas faculdades e institutos de pesquisa e ensino da época, como a Escola Polytechnica, a Escola de Minas e o Museu Nacional. Isto pode ser reflexo de

alguma penetração da biologia nos meios acadêmicos, institucionais e também que os futuros profissionais, egressos destas instituições, já estavam tendo contato com a biologia. Para ilustrar este aspecto, apresentamos uma pequena nota com o seguinte anúncio: "A cadeira de "Biologia Industrial" na Escola Polytechnica, está sendo regida interinamente pelo Sr. Dr. Joaquim Duarte Murtinho" (*O Globo*, 11 abril 1877, p. 2). Como vemos, já havia no currículo da Escola Polytechnica uma cadeira diretamente relacionada à biologia, a "Biologia Industrial", que também foi mencionada em outras matérias do jornal. Ela nos revela também o caráter prático e industrial o qual a biologia já estava sendo associada, ainda que a tenhamos encontrada somente no contexto de educacional e não efetivamente associada a questões industriais. Há também notícias com relatos de professores vindos do exterior, com a incumbência de ministrar tal disciplina e promover palestras sobre biologia. Não encontramos ocorrência alguma relacionada à educação básica nessa década.

Na categoria "Divulgação Científica" (7%), entraram principalmente as matérias relacionadas às conferências ao grande público e as atividades destinadas especificamente para divulgação de temas científicos, como exemplo, encontramos na capa da edição de *O Globo*, de 1 de novembro de 1876, uma nota em que se exibem os temas debatidos em uma recente Conferência Popular, entre os quais destacamos "Prolegômenos de Biologia". Vimos portanto, nessa década, que já havia iniciativas mais organizadas de divulgação de temas da biologia para o grande público, especialmente a difusão do darwinismo.

Década de 1900 (O Paiz)

Na década de 1900 (Gráfico 4), ainda observamos o predomínio de matérias ligadas às discussões científicas e filosóficas mais gerais (53%), característica semelhante à primeira década analisada, ainda que com um leve declínio. Contudo, diferentemente da década de 1870, boa parte destas ocorrências estavam relacionadas a autores nacionais e não a estrangeiros.

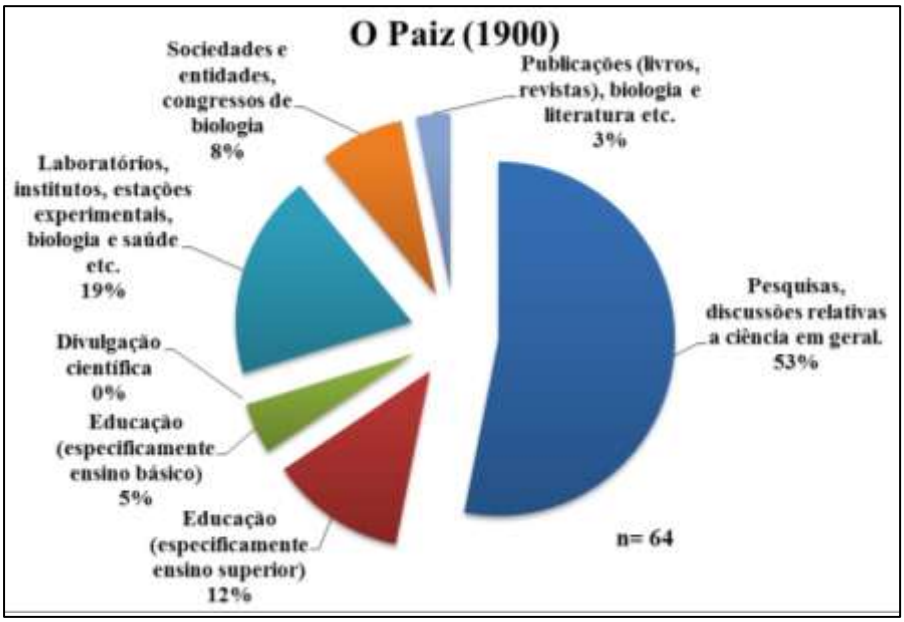


Gráfico 4. Distribuição, em sete categorias, das matérias que citaram o termo "biologia", em *O Paiz*, na década de 1900. Fonte: Hemeroteca Digital Brasileira.

Na secção *Estudo do Direito*, na capa da edição de 25 de outubro de 1905, de *O Paiz*, encontramos o seguinte fragmento:

> [...] Para outras [pessoas], a sciencia social é uma realidade e suas leis são fataes, inexoráveis, como são as leis physicas e naturaes. Estas aceitam uma theoria que se liga à doutrina utilitária de Bentham e de Stuart Mill e a these darwinista da evolução na qual se prende a sciencia social à biologia, transformada assim em uma sciencia natural, regida e governada pelas leis da matéria.

Observamos, novamente, a associação da biologia com as ciências sociais, aqui sendo articulada a teoria darwinista da evolução. O darwinismo social, como ficou conhecida esta tendência, foi um elemento frequente em muitas páginas deste jornal.

Em segundo lugar, as ocorrências relacionadas aos "Laboratórios, institutos, estações experimentais, biologia e saúde etc.", tiveram destaque bem maior nessa década (19%), quando comparadas ao perfil da década anterior (1870), em que apenas 4% se inseriram nesta categoria. Isto evidencia que o caráter prático e aplicado da biologia estava em franca ascensão, principalmente nos temas associados à saúde como, por exemplo, nas diversas matérias que traziam análises sobre os frequentes surtos de tuberculose a luz dos conhecimentos da biologia, como vemos na edição de *O Paiz*, de 15 de março de 1906 (p. 3), na matéria intitulada *Liga contra a tuberculose*, o médico Dr. Octávio Machado discorria sobre os estudos do que chamava "biologia do Bacilo de Koch".

Outro resultado relevante foi a redução proporcional e considerável de matérias no contexto da educação superior (7%), contra os 20% na década de 1870 observados em *O Globo*. Boa parte destas versava sobre concursos e vestibulares, especialmente de medicina, em que os conhecimentos da biologia eram requisitados. Não são claras para nós as razões para tal redução. No entanto, sabemos que a emergência da República no Brasil não conduziu ao surgimento de novas faculdades e de universidades, limitação esta escorada em uma visão positivista estreita. Houve, contudo, nesse período, o surgimento de importantes instituições de pesquisa ligadas as áreas biomédicas, como o Butantã e Manguinhos. Lembramos também que, na mesma década, houve uma redução significativa da frequência de páginas citando "biologia" em todos os periódicos nacionais (ver Tabela 2 e Gráfico 1), e uma retração nas atividades de divulgação cientifica em geral, tanto na mídia impressa quanto nas instituições (MOREIRA E MASSARANI, 2002).

A porcentagem de ocorrências ligadas às sociedades e congressos científicos associados à biologia também nos chamou a atenção (8%), o que pode expressar que a biologia estava cada vez mais sendo incorporada e desenvolvida por uma parcela dos círculos científico-acadêmicos, característica já observada, em menor grau, na década de 1870.

Década de 1930 (Jornal do Brasil)

Esta década, apresentou um perfil de distribuição distinto das anteriores, como vemos no Gráfico 5[16], a começar pela expressiva redução proporcional de matérias relacionadas às pesquisas e discussões relativas à ciência em geral (21%). Ainda é uma quantidade razoável, no entanto, notamos algumas mudanças nos conteúdos destas matérias. As discussões explicitamente associadas às teorias e autores positivistas, comuns nas duas décadas anteriormente analisadas, não apareceram com a mesma intensidade. Encontramos um conjunto significativo de textos em que a biologia apareceu combinada aos temas de raça humana associado aos debates de eugenia e hereditariedade, característica esta que já se esboçava na década de 1900. Segundo Bizzo (2004), o livro *Biologia Educacional* (1939), uma referência em ensino de biologia, do professor Almeida Júnior, trazia em seu conteúdo capítulos dedicados a "Eugenia e Eutecnia". Lembramos também que em São Paulo já havia sido criada a Sociedade Eugênica de São Paulo, em 1918, com o médico Renato Kehl (1889-1974) à frente. Estas discussões refletiam uma tendência internacional, na qual vários países haviam criado seus institutos de estudos e práticas de "biologia racial".

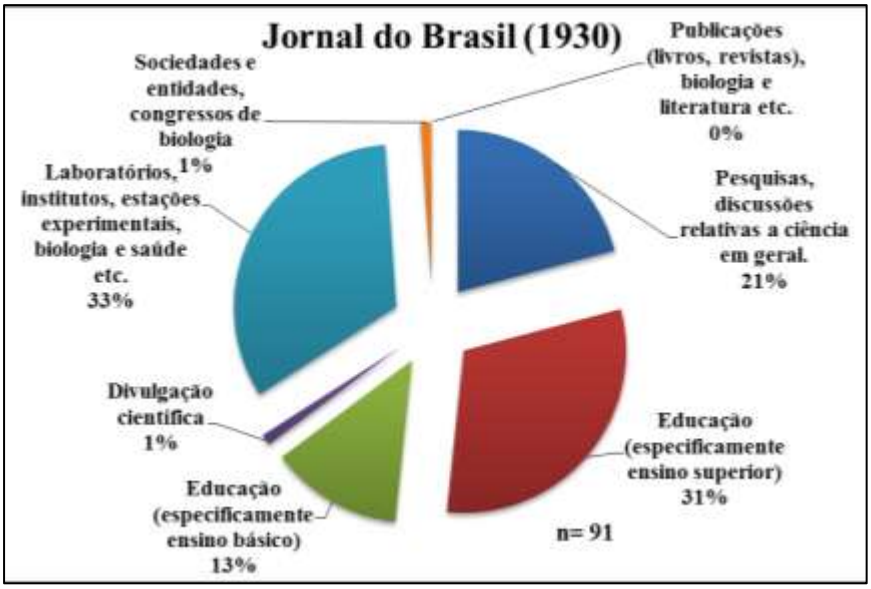


Gráfico 5. Distribuição em sete categorias das matérias que citaram o termo "biologia", no *Jornal do Brasil*, na década de 1930. Fonte: Hemeroteca Digital Brasileira.

As ocorrências conexas aos "Laboratórios, institutos, estações experimentais, biologia e saúde etc." foram o maior destaque na década de 1930 (33%). Havia anúncios diversos, tanto para vagas em laboratórios de biologia quanto de profissionais da área oferecendo seu

[16] Devido à volumosa quantidade de ocorrências do termo "biologia" nessa década (total de 1752), utilizamos uma amostra de 91 ocorrências (aproximadamente 5%) deste total, em que categorizamos, em média, as 10 primeiras ocorrências de cada ano (1930 a 1939) para que o resultado representasse o conjunto da década.

trabalho, como vimos na seção de classificados do *Jornal do Brasil*, em 29 de janeiro de 1930 (p. 2): "Oferece-se um auxiliar para laboratório Biologia, Chimica, com bastante prática, inclusive com manipulação de vaccinas autógenas: referência sobre conduta e profissão: Hospital da Policia Militar, gabinete de Biologia, das 8 às 16 horas" Na pequena nota, notamos que o técnico de laboratório em questão já havia trabalhado anteriormente em um "gabinete de Biologia", demonstrando como a biologia já tinha alguma inserção no mundo do trabalho no início dos anos de 1930.

Em segundo lugar, temos uma grande proporção de matérias vinculadas ao ensino superior (31%), que pode ser explicada pelo surgimento das primeiras faculdades de ciências, filosofia e letras na década de 1930. Na seção de *Educação e Ensino*, da edição de 14 de janeiro de 1936 (p.14), anunciavam-se os cursos de extensão universitária, ministrados na Universidade Rio de Janeiro, em que constava a cadeira de "Biologia (fundamentos) ". As matérias relacionadas ao ensino básico também tiveram participação proporcional significativa (15%), especialmente as que faziam referência ao ensino nos colégios federais. Nas décadas anteriores, este percentual foi muito menor, sendo que não houve ocorrência alguma na década de 1870 e apenas 5% na de 1900. Se somarmos a participação das ocorrências das duas categorias de Ensino (superior e básico), na década de 1930, e compararmos com o somatório de Ensino das outras duas décadas analisadas, notaremos uma grande diferença. Na década de 1930, quase a metade das matérias (44%) estava relacionada à categoria de Ensino (ensino superior e básico), contra 18% na década de 1900 e 20% na década de 1870. Ou seja, houve um grande salto da aparição da biologia no contexto educacional, sugerindo, portanto, que a biologia estava de alguma maneira sendo inserida no contexto social mais amplo, por meio da educação. As ocorrências diretamente relacionadas à divulgação científica apareceram, novamente, em pequena quantidade (2%).

Considerações finais

Acreditamos ter alcançado o objetivo de traçar um panorama inicial da apresentação da biologia no conjunto dos periódicos brasileiros, contidos na extensa base de dados da HDB, nos momentos da recepção e consolidação da biologia no país. Ressaltamos também uma correlação destes resultados com a busca dos termos equivalentes em inglês, nos livros editados em inglês do Google Books, sugerindo-nos que fenômenos mais amplos possam ter influenciado a dinâmica de exposição da biologia nestes meios de comunicação.

É importante enfatizar que estes resultados se referem especificamente à aparição da biologia nos jornais e revistas, ou seja, nos momentos em que houve avanço ou declínio dos termos pesquisados não significa, necessariamente, que estas áreas de pesquisa em si mesmas tenham também avançado ou retrocedido em proporções semelhantes. Não pretendemos reduzir a história de um campo científico à sua exposição na mídia. Contudo, acreditamos que estes resultados podem contribuir para uma melhor caracterização da evolução da biologia no Brasil, tema ainda relativamente pouco explorado.

Nas três décadas analisadas em maior profundidade, em jornais da capital do país, observamos uma clara mudança no perfil da biologia apresentada. Houve um deslocamento gradativo de referências a uma ciência associada a um caráter mais filosófico e teórico, para

matérias que evidenciavam os aspectos práticos, utilitários e cotidianos da mesma, bem como registravam sua crescente institucionalização e usos educacionais, ainda que os aspectos práticos já estivessem presentes na primeira década analisada em menor grau.

A biologia associada ao ensino apareceu destacadamente durante as três décadas, com a predominância de matérias relacionadas ao ensino superior, especialmente na década de 1930. Porém, aquelas relacionadas ao ensino básico foram residuais nas duas primeiras e significativas na década de 1930, período do governo Vargas. Este elevado número de ocorrências no contexto educacional não significa afirmar a existência cursos de formação de biólogos no país, mas sugerem que a biologia estava sendo gradativamente incorporada ao sistema de ensino brasileiro como um todo, seja em nível secundário, superior, técnico, acadêmico, extensão, cursos livres etc.

Em síntese, vimos que na década de 1870 iniciou-se início da aparição expressiva da biologia; apresentada como uma nova ciência e imersa em discussões que refletiam explicitamente o contexto social e político da época, exemplificado pela forte presença das teses e autores positivistas. A década de 1900 apresentou um perfil próximo da década de 1870, no que se refere ao caráter de novidade e das discussões filosóficas e políticas associadas, diferindo pelo fato de estar mais conectada às questões da realidade nacional e o perfil de uma biologia aplicada estava mais evidente. A década de 1930 expôs uma feição distinta, com a biologia mais associada à vida cotidiana, incorporada aos diferentes níveis de ensino público, aos laboratórios, institutos e estações de pesquisa. Ainda se tomavam, explicitamente, suas teses como elemento para explicação de fenômenos sociais, como no caso da eugenia, mas em quantidade proporcionalmente reduzida. Notamos, também, uma quantidade maior de autores e pesquisadores brasileiros discorrendo sobre temas da biologia, lançando livros, teses e documentos, aspecto este que nos parece ser um aprofundamento de uma característica já observada em menor proporção na década de 1900. As matérias que anunciam as atividades das sociedades e associações relacionadas à biologia, também corroboram este perfil.

Esperamos que os resultados deste trabalho contribuam para lançar algumas luzes sobre a trajetória do surgimento e da divulgação da biologia em periódicos do país e que possamos avançar neste tema rico e ainda pouco estudado, buscando ampliar e aprimorar as questões e os métodos aqui propostos.

Referências bibliográficas

ALMEIDA JR., A. F. Biologia Educacional: noções fundamentais. São Paulo: Ed. Nacional, 1939 (Atualidades Pedagógicas, 35).

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977.

BELL, P. et al. (Eds.) *Learning Science in Informal Environments*: People, Places, and Pursuits. Washington, DC: National Academies Press, 2009.

BERNAL, J. D. Ciência na história. Tradução de António Neves Pedro. 2. ed. Lisboa: Livros Horizonte, 7 vols., v. 7, 1978.

BIZZO, N. M. V. Ciências biológicas. In: MEC (Ed.), *Orientações curriculares do ensino médio*. Brasília: MEC/SEB, p. 148-169, 2004.

BOHANNON, J. Google Opens Books to New Cultural Studies. *Science*, v. 330, p. 1600, 17 dez. 2010.

BRASIL, B. *Jornal do Brasil*. Seção de artigos da Hemeroteca Digital Brasileira. Publicado em 5 mar. 2015 (a).

_____. *O Paiz*. Seção de artigos da Hemeroteca Digital Brasileira. Publicado em 2 abr. 2015 (b). Disponível em: <http://bndigital.bn.gov.br/artigos/o-paiz/>. Acesso em: 6 fev. 2017.

CGEE/MCTI. Percepção pública da ciência e tecnologia no Brasil 2015 - Ciência e tecnologia no olhar dos brasileiros. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2015.

DANTES, M. A. M (Org.). Espaços da ciência no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2001.

DOMINGUES, H. M.; SÁ, M. R. Controvérsias Evolucionistas no Brasil do século XIX In: DOMINGUES, H. M.; SÁ, M. R.; GLICK, T. (orgs.) A recepção do Darwinismo no Brasil. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, pp. 97-123, 2003.

DOMINGUES, H. M.; SÁ, M. R.; GLICK, T. (orgs.) A recepção do Darwinismo no Brasil. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 2003.

DUARTE, R. H. Biologia, natureza e República no Brasil nos escritos de Mello Leitão (1922-1945). *Revista Brasileira de História*. São Paulo, v. 29, n. 58, p. 317-340, 2009.

EMANUEL, B.; MONAT, A. S. *Google ngram viewer* como ferramenta para a pesquisa em design. *Educação gráfica*, v. 20, n. 1, p. 143–156, 2016.

GIORDANO, R. B. Do jornal à ciência: a hemeroteca digital brasileira como fonte de informação para a pesquisa científica. 2016. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação - PPGCI, IBCT e Escola de Comunicação da UFRJ, Rio de Janeiro, 2016.

JATOBA, S. U. S.; CIDADE, L. C. F.; VARGAS, G. M. Ecologismo, ambientalismo e ecologia política: diferentes visões da sustentabilidade e do território. *Sociedade e Estado*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 47-87, abr. 2009.

KUHN, T. S. A estrutura das revoluções científicas. 10ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2011.

LEITÃO, C. M. *A biologia no Brasil*. São Paulo: Cia. Ed. Nacional, 1937.

LEMOS, R. Q. B. Quintino Bocaiúva. Verbete. Rio de Janeiro: CPDOC/FGV, 2011.

LOPES, M. M. Culturas das ciências naturais. *Ciência & Educação*. Bauru, v. 11, n. 3, p. 457–470, 2005.

LORETO, Marcelo Lima. *A formação do campo da Biologia*: origens e desenvolvimento no Brasil e no mundo. 100f. Dissertação (Mestrado em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2014.

MARTINS, T. A biologia no Brasil. In: AZEVEDO, F. *As ciências no Brasil*. Rio de Janeiro: UFRJ, v. 2, 1994 [1955].

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C. A divulgação científica no Rio de Janeiro: um passeio histórico e o contexto atual. *Revista Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, n. 11, p. 38-69, 2003.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C. Miguel Ozorio de Almeida e a vulgarização do saber.

História, Ciências, Saúde – Manguinhos. Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 501-513, 2004.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C. Science communication in Brazil: A historical review and considerations about the current situation. Anais da Academia Brasileira da Ciências, v. 88, p. 1577-1595, 2016.

MICHEL, J. B. Quantitative analysis of culture using millions of digitalized books. *Science*, v. 331, n. 6014, p. 176–182, 2011.

MOREIRA, I. C.; MASSARANI, L. Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. *Ciência e público*: caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: UFRJ, v. 1, p. 42-64. 2002.

MOREIRA, I. C.; MASSARANI, L.; ARANHA, J. Roquette-Pinto e a divulgação científica. In: LIMA, N. T.; SÁ, D. M. (orgs.). *Antropologia Brasiliana*: Ciência e educação na obra de Edgar Roquette-Pinto. Belo Horizonte / Rio de Janeiro: Editora UFMG / Editora Fiocruz, p. 247-270, 2008.

MOREIRA, I. C. A introdução do Darwinismo no Brasil na década de 1860. A ser publicado, 2017.

MÜLLER, F. *Para Darwin* (Für Darwin, 1864). Florianópolis: Editora da UFSC, 2009.

POPOVICH, E.; ZINT, M. T. A Review of "Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits". *The Journal of Environmental Education*, v. 43, n. 1, p. 66–68, jan. 2012.

SÁ, M. R.; DOMINGUES, H. M. B. O Museu Nacional e o ensino de ciências naturais no Brasil no século XIX. Revista da SBHC, n.15, p. 79-88, 1996.

SCHWARTZMAN, S. *Um espaço para ciência*: a formação da comunidade científica no Brasil. Brasília: MCT, 2001.

SMOCOVITIS, V. B. Unifying Biology: The Evolutionary Synthesis and Evolutionary Biology. *Journal of the History of Biology*, v. 25, n. 1, p. 1-65, 1992.

WAIZBORT, R. Teoria social e biologia: perspectivas e problemas da introdução do conceito de história nas ciências biológicas. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 3, n. 3, p. 632-653, 2001.

WEST, David A. *Fritz Müller*: A naturalist in Brazil. Blacksburg: Pocahontas Press, 2003.

A invenção do microscópio e o despertar do pensamento biológico: um ensaio sobre as marcas da tecnologia no desenvolvimento das ciências da vida[1]

The invention of microscope: marks of a technical instrument in the awakening of biological thought

Marcelo Valério [a]
Clarissa Torresan [b]

RESUMO
O microscópio não foi apenas fruto da inteligência e engenhosidade humana, mas um verdadeiro e poderoso exemplo de como aparatos técnicos transformaram o conhecimento e a cultura. O instrumento, nascido do espírito de mecanização do universo e também em resposta a necessidades da vida prática, tardou a se tornar uma ferramenta de observação científica e só o fez pelas peculiares mãos de um indivíduo sem formação científica. O microscópio ajudou a libertar a Biologia das amarras do fisicismo mecânico e contribuiria para torná-la uma ciência imprescindível na explicação do mundo. Entre os séculos 17 e 19, toda a organização das áreas de conhecimentos biológicos recebeu influência, direta ou indireta, do advento e refinamento do microscópio e de seus resultados. E mais do que revelar os mundos que se mantinham inacessíveis aos sentidos humanos, olhar e ver pela(s) lente(s) do microscópio tornou possível a produção de novas realidades sobre as quais ciência iria se debruçar.
PALAVRAS-CHAVE: Microscópio. Tecnologia. Biologia.

ABSTRACT
The microscope was not only the consequence of human intelligence and ingenuity, but a real and powerful example of how technical instruments have transformed knowledge and culture. The instrument created in the heart of a mechanical universe and also in response to the needs of practical life, took a long time to become a scientific observation tool and this was only possible because of the peculiar work of an individual with no scientific training. The microscope helped to release biology from the shackles of mechanical physicalism and to make it an essential science in the world explanation. Between the 17th and 19th centuries, the whole organization of the areas of biological thinking was influenced, directly or indirectly, by the advent and refinement of the microscope and its results. And besides revealing worlds that remained inaccessible to the human senses, to look and see through the microscope lens created new realities on which science would be engaged.
KEYWORDS: Microscopy. Technology. Biology.

1. Os autores ressaltam que este ensaio não nasceu de uma pretensão historiográfica, mas pelo reconhecimento e pelo interesse na 'História da Ciência e da Técnica' enquanto repertório teórico e pedagógico para educadores e professores em Ciências Biológicas. Consideram, pois, a importância de problematizar as visões distorcidas de ciência que tradicionalmente vigoram em todos os níveis de ensino, evitando leituras continuístas, acumulativas, lineares e teleológicas. Creem que, ao narrar uma história da Biologia pela lógica do microscópio, podem contribuir para que colegas leitores atentem para o papel dos aparatos técnicos no desenvolvimento do conhecimento; e, ainda, que considerem a relevância de aspectos externos do empreendimento científico, seu caráter contextual e social, público e coletivo, humano e falível.

[a] Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Doutorando em Educação para a Ciência e a Matemática (UEM) – marcelovalerio@ufpr.br

[b] Professora do Centro Universitário de Maringá (UniCesumar) e Doutora em Genética (UFPR/Georgetown University) – clarissa.torresan@unicesumar.edu.br

Introdução

Uma das características mais evidentes nas leituras históricas do desenvolvimento da cultura é a negligência com a qual se aborda a participação dos instrumentos técnicos. Eles são frequentemente retratados como marcos da engenhosidade e inteligência humana, mas costumam ocupar o segundo plano com relação ao personagem histórico, inventor ou refinador. Para muitos, tratam-se "apenas" de utensílios ou ferramentas que possibilitaram, no início, facilitar o trabalho, e mais tarde, medir, perceber e experimentar a natureza através da investigação científica. No entanto, os instrumentos técnicos sempre foram mais do que a materialização da curiosidade ou mesmo de ideias científicas, por mais argutas que possam elas terem sido.

Todos os instrumentos produzidos pela mente e pelas mãos humanas, mesmo aqueles nascidos da necessidade de facilitar o labor, reservaram a prodigiosa – e autônoma – capacidade de transformar o mundo que os sucedeu. Da roda ao acelerador de partículas, a real influência dos inventos sempre extrapolou a capacidade de seus inventores e contemporâneos em prevê-la. O refinamento frequente dos aparatos técnicos demonstra que o instrumento original inaugura, no mínimo, um novo leque de possibilidades que antes não era aventado. E após surgirem com um caráter ferramental, os instrumentos técnicos sempre abrem as portas para sua própria transformação e do mundo no qual se instalam (POSTMAN, 1994).

De modo interessante, não é preciso remeter-se a inovações tecnológicas recentes para esclarecer esse poder de transformação da cultura pela técnica. Pelo contrário, mesmo da Antiguidade até a Idade Média, período em que os instrumentos estavam ligados às artes e aos ofícios, esta ideia se mostrava profundamente válida. A roda raiada, os relógios, a pólvora, a bússola e a prensa tipográfica são apenas algumas amostras do que o instrumento técnico pode fazer com a realidade que passa a ocupar: o trabalho, o mercado, os conflitos, as viagens, a expansão dos conhecimentos e da informação materializam esta noção da cultura humana transformada – e por vezes criada – pelas tecnologias.

Todo esse processo tornar-se-ia mais evidente entre os séculos 17 e 19 com os alicerces da ciência moderna. Foi nesse período que parece ter sido "inventada" a própria "ideia de invenção" e quando os aparatos técnicos começaram a "dialogar" com teorias científicas. Imperava a concepção de que tudo o que pudesse ser feito deveria ser feito, e emergia, desde o fim da Idade Média, um novo mundo "moderno e científico" resultante não só do pensamento humano e de sua capacidade inventiva, mas também por obra dos próprios inventos que ajudariam a transformar o homem e a traçar o rumo de sua história até os dias recentes (DELATTRE, 1992; BRAGA et al., 2004; BRAGA et al., 2005).

Como idealizou a clássica obra de McLuhan (1964), sempre que criamos novas ferramentas fomos inexoravelmente recriados por elas!

As ciências biológicas em um mundo míope

A história da invenção, refinamento e influência do microscópio na cultura e no pensamento biológico não se distancia do sinalizado nos parágrafos acima. Ao contrário, serve sobremaneira para uma reflexão sobre o impacto de um aparato técnico na história das ciências. É necessário, contudo, reconhecer o contexto social e científico no qual surgiu e se desenvolveu a Microscopia, e entender ainda a configuração do cenário intelectual que viria mais tarde a construir a Biologia como a concebemos atualmente.

Ao fim da Idade Média, o século 16 marcava o auge do Renascimento e construía os alicerces da ciência moderna. As grandes navegações e o desenvolvimento mercantil permitiam o acúmulo de capital e o florescer da burguesia; a retomada e valorização das contribuições do pensamento grego orientava os valores humanos, destacando o culto à razão e o interesse pela natureza; o humanismo reordenava o pensamento, dessacralizava a Criação e colocava o homem no centro da ordem natural; a cultura literária explodia com a recente invenção da imprensa; e o suposto "obscurantismo medieval" era questionado em prol da objetividade, a qual fazia emergir a metodologia científica de observação e experimentação do universo (ROSSI, 2001). Este cenário transformou-se no terreno fértil que alimentou o desenvolvimento da ciência nos séculos seguintes. O apogeu do racionalismo e da experimentação marcou o período e gerou uma riqueza instrumental formidável.

Essa foi também a história da "emancipação" da ciência em relação à filosofia e da revolução científica na Física. Na ciência nascente tudo precisava ser mensurado, calculado, matematizado num esforço mecanicista – emblema do pensamento *cartesiano* – para resumir o funcionamento do universo a uns poucos princípios e leis - símbolo do pensamento *baconiano*. Aquilo que não pudesse ser explicado através de movimentos e forças não parecia ser merecedor de investigação científica séria (RONAN, 2001; CHASSOT, 2004; BRAGA et al., 2004; BRAGA et al., 2005).

O que viria a se chamar Biologia teria que aguardar mais dois séculos para lograr, ainda que minimamente, a autonomia intelectual e instrumental da qual gozava a Física à época. O pensamento biológico pouco havia se desenvolvido desde a Antiguidade, e o que fora resgatado principalmente do pensamento aristotélico contemplava análises sistêmicas e relacionais, exigia investigação histórica e tratava de propriedades qualitativas – tudo aquilo que o fisicismo mecânico do período taxava de vitalismo e até sobrenatural. Num beco sem saída, ou a Biologia tratava seus conhecimentos de interesse à moda do período ou se condenava à estagnação. Isso fez com que o mundo vivo passasse a ser explicado mecanicamente, tornando a Medicina – Anatomia e Fisiologia – o cerne dos conhecimentos biológicos daquele período. A História Natural, por sua vez, continuava sendo uma atividade menos nobre. Somente em meados do século 18, com os impactos das primeiras explicações químicas dos processos biológicos (que reservavam algum componente qualitativo) e com o novo despertar do interesse e estudo pela crescente diversidade de formas vivas é que a Biologia começou a libertar-se a caminho de sua autonomia epistemológica (MAYR, 1998).

A esta altura, o leitor deve estar se perguntando: para que teria então servido o microscópio num período tão infecundo para as ciências da vida? Mas a ironia histórica reside justamente no fato de que este instrumento técnico, gerado no seio da ciência experimental renascentista, ajudaria a reconstruir, mais tarde, o ideal de observação científica das ciências biológicas, e a faria despertar de um "sono profundo" para torna-la uma ciência autônoma e imprescindível na explicação do mundo.

Novos olhos para ver a vida

O microscópio foi um daqueles inventos em que a inovação estava menos no instrumento e mais no que se podia obter com ele. Seu advento foi dependente de uma outra invenção, a das lentes, que remonta provavelmente aos anos 100 d.C. na Roma Antiga. Apenas no século 13, porém, é que as lentes são resgatadas do esquecimento para começarem a serem usadas como óculos. Abrindo um parêntese, é quase certo que neste período alguns curiosos tenham usado tais lentes para observar as nuances das formas vivas, mas não há registros significativos dessas observações.

Por volta da última década do século 16, enfim, dois holandeses, Zacharias e Hans Janssen (filho e pai, respectivamente), produziriam o primeiro microscópio composto (com mais de uma lente) (SIMMONS, 2002; ROTHBART, 2007). Até onde se sabe eles foram os pioneiros, mas a pouca capacidade de aumento e os problemas de nitidez cromática fizeram dos primeiros microscópios "simples" brinquedos vendidos a membros das realezas.

O microscópio demoraria mais dois séculos para gerar o fervor científico de seu "parente mais novo", o telescópio. Aliás, as antigas lunetas holandesas já estavam sendo aperfeiçoadas e usadas com interesse teórico pelas mãos de Galileu Galilei, que em 1609 apontou o instrumento para o céu e observou o *terminador*[3]. Logo, a óptica e o domínio artesanal da produção do vidro contribuíram para impactar as teorias astronômicas e tornaram rapidamente aquele aparato símbolo do progresso técnico e da revolução científica.

Mas enquanto os olhos da Física eram guiados por observação experimentada e por teorias prévias, a Biologia seria instrumentalmente revolucionada por um indivíduo sem formação científica. Os méritos do primeiro trabalho científico de microscopia são conferidos ao italiano Francesco Stelluti que, em Roma, já em 1625, estudou a estrutura da abelha em ampliação de cinco vezes. Outros trabalhos também foram publicados durante meados do século 17, mas somente por volta de 1670 é que o microscópio se tornou verdadeiramente um instrumento de observação biológica, por ocasião das contribuições de um comerciante holandês chamado Anton Van Leewenhoek (SIMMONS, 2002; MOSLEY e LYNCH, 2011; HACKING, 2012; LANE, 2015).

Quase um século depois de ter sido inventado o microscópio composto, Leewenhoek usava um modelo simples (de uma só lente) que ele mesmo fabricara para contar as fibras de tecido em sua mercearia. Sugere-se que ele tenha sido um artesão sagaz e profundamente interessado em fazer lentes cada vez melhores – o que exigiria

[3] A linha entre os lados diurno e noturno da Lua. Suas irregularidades fizeram Galileu deduzir que havia montanhas na superfície lunar e contribuir para o questionamento de um céu perfeito e imutável.

ser exímio na arte de polir (SIMMONS, 2002; MOSLEY e LYNCH, 2011; HACKING, 2012). Suas magníficas lentes eram as peças fundamentais de seus rudimentares microscópios, e referências esparsas acusam ter alcançado aumentos extraordinários na ordem de até 270 vezes.

Dono de pouca instrução e de quase nenhum conhecimento de ciências, Leewenhoek iniciou tardiamente sua carreira "científica", já aos quarenta anos de idade em 1673. Durante os cinquenta anos seguintes ele usou seu microscópio simples para produzir um farto material descritivo sobre o mundo natural, remetendo à Royal Society todas as suas perspicazes e detalhadas observações – um total de 165 cartas. No início as correspondências "pouco cultas" do holandês foram motivo de chacota, mas logo os intelectuais e cientistas ingleses perceberam o poder dos resultados espetaculares obtidos através daquele instrumento absurdamente simples. Não parecia fácil nem tampouco prudente acreditar cegamente nas cartas de Leewenhoek: o microscópio já havia sido apresentado como instrumento de observação biológica por Robert Hooke[4] (importante membro da sociedade científica inglesa) e seu acervo de descrições, junto ao de outros pesquisadores da época, sinalizavam aumentos da ordem de "apenas" 20 ou 30 vezes. Os registros de Leewenhoek, que eram demasiadamente minuciosos e descreviam até novas formas de vida, precisavam ser postos à prova. Textura da madeira, células vegetais, cristais, nervos, músculos, ossos, cabelos, 67 espécies de insetos, 11 de aranhas e 10 de crustáceos constavam de seu acervo, por exemplo (LANE, 2015).

Simplesmente não se sabe como Leewenhoek pôde fazer desenhos tão acurados. Sugere-se que o holandês produzira uma nova lente para cada espécime a ser examinado. No entanto, pesquisadores como Hacking (2012) indicam que seus excelentes trabalhos não tinham a ver com a qualidade das lentes, mas sim com uma técnica de iluminação que jamais foi ensinada a ninguém: o holandês teria inventado a iluminação de campo escuro!

Mas Leewenhoek não era de fato um cientista, e isto parecer o ter impedido de enxergar a magnitude de sua ciência. Ele se negou a enviar um de seus microscópios para a Royal Society e continuava a acreditar que suas observações tinham valor por si próprias[5].

Outros cientistas contemporâneos, conhecedores da microscopia e do farto trabalho de Leewenhoek, acabaram assumindo o compromisso de refinar o instrumento e repetir as suas descrições. Foi com vagar que as discussões sobre o potencial da microscopia na Biologia se avolumaram e as possibilidades de investigação teórica através deste aparato técnico foram sendo admitidas. Durante o período, os microscópios foram severamente criticados como meros artefatos – e não instrumentos

[4] A publicação da obra de sua autoria, intitulada "*Micrographia, or some phisiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquire thereupon"* é reconhecidamente um marco na história da ciência. Mais a respeito pode ser encontrado no bom artigo de Caluzi (2015).

[5] Quase a totalidade das descobertas microscópicas até o século XIX encontra seu registro inicial nas magníficas observações e descrições enviadas por Anton von Leewenhoek à Royal Society. Em um artigo repleto de ilustrações e excertos das cartas, Lane (2015) exalta o alcance científico dos trabalhos de Leewenhoek; e descreve parte do polêmico diálogo entre o comerciante holandês e comunidade científica da época.

filosóficos – por nomes conhecidos como Huygens, Boyle e Hobbes, já que não contribuíam para revelar as propriedades da natureza (ROTHBART, 2007; MOSLEY e LYNCH, 2011).

Os membros da Royal Society chegariam mais tarde à conclusão de que as observações microscópicas descortinavam possibilidades fantásticas para a ciência da época. E somente então Leewenhoek galgaria o posto de membro da sociedade científica – e também da Academia de Ciências de Paris, que inclusive foi a primeira instituição a considerar o microscópio um instrumento científico.

Nas últimas décadas do século 17, além do inglês Hooke e do holandês Leewenhoek, outros microscopistas como o italiano Marcello Malpighi, teceriam as contribuições que abririam as portas de um novo mundo de investigação para a incipiente Biologia. A revolução foi silenciosa e paulatina: nos dois séculos seguintes novos elementos, como micrótomos (para fatiar os espécimes), corantes e fontes de luz comporiam a história da microscopia e também deixariam claro que esta não dependia somente dos engenhos do vidro ou dos saberes em óptica (HACKING, 2012).

Novos mundos a explorar

Agora, a fim de entender o impacto da microscopia nas ciências biológicas, é preciso se desprender um pouco da cronologia histórica dos avanços e dos personagens para buscar refletir mais diretamente as transformações ocorridas no pensamento biológico depois desta tecnologia.

Não foi de imediato, mas os microscópios foram se tornando os novos olhos das ciências da vida e reconstruindo toda a complexidade do mundo natural nos dois séculos seguintes. Do ponto de vista filosófico, mais do que ver "pelo" aparato, o que estava em questão era a produção de novas realidades (HACKING, 2012). O corpo conceitual da Biologia[6] havia sido colocado em cheque, e toda organização das áreas de conhecimentos biológicos recebera influência, direta ou indireta, do advento e refinamento do microscópio e de seus resultados[7].

As marcas deixadas pelo microscópio no pensamento biológico começaram com a maneira como este instrumento transformou a complexidade do mundo de formas vivas à sua época. Redefinindo as fronteiras da diversidade, as ciências biológicas podiam agora dirigir seu olhar para o âmago das formas viventes. Os organismos vivos já conhecidos podiam ser observados e descritos em níveis de detalhamento antes inimagináveis. Além disso, um novo mundo biológico surgira sob as lentes do microscópio (de Leewenhoek, em especial) com a descoberta de novas e extraordinárias formas de vida.

[6] Embora se faça uso a todo tempo do termo 'Biologia', tal nomenclatura foi cunhada no século XIX, e se pode dizer, inclusive, que a própria ciência Biologia ainda não existia até esta data. Foi somente dois séculos após a invenção do microscópio que os conhecimentos relativos ao domínio das ciências biológicas conquistaram a devida organização e fundamentação epistemológica de uma ciência unívoca.

[7] O legado da Microscopia pode ser aprofundado nos trabalhos de Brian J. Ford, cientista e divulgador da ciência britânico, e autor do livro "*Single lens: the story of the simple microscope*" (London, UK: William Heinemann. 1985), onde estão reproduzidos os resultados extraordinários do holandês.

O século 18 marcou a expansão de saberes em Anatomia e Fisiologia Vegetal e Animal. Novas possibilidades para descrição, comparação e consequente classificação de formas de vida estavam instaladas e se tornava imperativo regrar e aperfeiçoar os sistemas de classificação biológica. O microscópio havia então exigido a fundação da Taxologia científica e, mais tarde, da Taxonomia, que foi aperfeiçoada até o sistema binomial de *Linné*.

A antiga 'História Natural' começava a ser reconstruída e suas áreas iam paulatinamente sendo desmembradas pelos conhecimentos acumulados. A Botânica e a Zoologia passaram a exigir esforços distintos e que, mais tarde, levariam a novas especialidades como a emergente Microbiologia. A imensidão da diversidade biológica estimulou também que os pesquisadores fossem além da descrição e coleção das espécies, e que começassem a buscar compreender as interações entre todos aqueles organismos e seu meio natural, um esforço de pesquisa que marcaria os primórdios da Ecologia.

A Biologia organizava suas novas descobertas, sobretudo aquelas formas de vida microscópicas que pareciam fornecer a ponte longamente procurada entre os organismos visíveis e a natureza inanimada. Assim, o microscópio reacendia também a polêmica sobre a possibilidade da 'geração espontânea' e contribuía para que fossem retomadas discussões sobre a origem da vida.

Mais e mais observações e descrições microscópicas continuavam a transformar outras áreas do pensamento sobre o mundo vivo: a profundidade das descrições em nível anatômico e fisiológico reivindicou que a crescente diversidade de formas vivas começasse a ser analisada através de uma abordagem comparativa. Os sistemas de classificação biológica logo passaram a contemplar uma dimensão relacional que fez com que diferentes organismos fossem tidos como mais próximos ou mais distantes na ordem buscada para a natureza. Fundavam-se neste período os alicerces do que é atualmente a Sistemática Biológica. E de maneira inesperada e interessante, a junção dos novos conhecimentos, frutos dessas discussões sobre origem da vida, comparação e organização das formas vivas, culminaria nas bases do Pensamento Evolutivo que marcou e revolucionou a Biologia a partir do século 19.

Tais transformações, estimuladas pelo advento do microscópio, reorganizavam o pensamento biológico antigo e alcançavam praticamente todas as áreas, da História Natural à Medicina. Nesta última, além da nova dimensão de análise criada para a Anatomia e a Fisiologia (da qual a descrição dos vasos capilares é um marco), a origem das patologias foi substancialmente transformada. O mundo microbiológico que surgiu já no século 17 ajudou a substituir a visão hipocrática dos humores[8], conferindo às doenças novas causas geradoras[9]. O conhecimento dos microrganismos tornou o tratamento de grande parte das patologias uma especialidade científica.

[8] Na visão de Hipócrates, revitalizada mais tarde por Galeno, e que duraria aproximadamente dois milênios, uma pessoa se encontrava enferma quando seus humores estavam desarmonia. Os humores seriam representados por quatro substâncias existentes no organismo e imprescindíveis à vida saudável: o sangue, o fleuma, a bile amarela e a bile negra.

[9] As discussões teóricas sobre as causas das doenças, como a protagonizada por Louis Pasteur e Rudolph Virchow são exemplos significativos do papel da microscopia no desenvolvimento dessas novas áreas.

Em outro campo, a observação microscópica de espermatozoides no líquido seminal acalorava os debates sobre a formação do embrião, e durante o século 18 as observações que Aristóteles havia feito a olho nu antes da Era Cristã (de ovos de galinha incubados) estavam em outro patamar, reacendendo o interesse pelo desenvolvimento animal e alicerçando conceitualmente a atual Embriologia.

Não havia dúvidas de que muitas novas áreas floresciam sob as lentes daquele instrumento e que o pensamento biológico fervilhava com as possibilidades descortinadas pela microscopia. Entre os principais avanços ainda estavam as observações que levaram até a Teoria Celular: o que havia começado com a simples investigação de alguns poros e estruturas em formas de caixa em uma tênue fatia de cortiça viria, do século 17 à frente, a construir grande parte da estrutura conceitual da Biologia dos dias atuais. A microscopia fundou a Histologia, especialidade que se desenvolveu intimamente relacionada com o aperfeiçoamento do aparato técnico que a tornou possível (com destaque para o uso de corantes de anilina); e, nas primeiras décadas do século 19, a própria Citologia já se mostrava minimamente estruturada.

Importante compreender aqui que a descoberta da célula permitiu – não sem dificuldades, considerando o contexto científico do período – conferir unidade ao mundo vivo, começando a romper com as primitivas ideias de essencialismo e vitalismo que ainda incomodavam as ciências biológicas. O refinamento dos microscópios nas décadas seguintes foi, ao mesmo tempo, causa e efeito de questões emergentes sobre funcionalidade e reprodução celular. O núcleo e o cromossomo foram dois importantes "achados" neste campo e fundaram novas maneiras de pensar o mundo biológico no final do século 19. As especulações sobre mecanismos de Evolução e Hereditariedade misturavam todo o pensamento sobre a natureza naquele período e provocaram o consequente entrelaçamento do que atualmente se chama de Biologia Funcional e Evolutiva.

Ou seja, entre os séculos 17 e 19, o advento e refinamento da microscopia contribuíram fundamentalmente para estruturar um protótipo da Biologia Contemporânea[10]. Aquele instrumento, nascido do espírito da mecanização do universo e também em resposta a necessidades da vida prática, provocaria um revolucionário enriquecimento do mundo: o despertar da diversidade de formas vivas que transformou o mundo biológico; a teoria celular proporcionou um "mergulho" ao âmago dos seres vivos e fez explodir os conhecimentos sobre sua constituição orgânica; e o pensamento evolutivo finalmente tornou a biologia uma ciência verdadeiramente autônoma.

Toda essa empreitada contribuiu para tornar científicas as variáveis sistêmicas, relacionais, populacionais e históricas do pensamento biológico, fazendo com que os seus objetos de estudo já não mais pudessem ser resumidos a dimensões físico-químicas. E então, ao final do século 19, o novo corpo conceitual e teórico das ciências biológicas havia extrapolado a objetividade matemática da ciência daquele período e

---

Esse último nome é menos conhecido, mas não menos emblemático: trata-se de um dos fundadores da medicina social e da patologia celular do século 19, e que estimulou fortemente os estudantes de medicina alemães a "pensar microscopicamente".

[10] Alguns historiadores relutariam em sustentar essa afirmação, pois entre os séculos 17 e 19 a microscopia suscitou mais perguntas do que forneceu respostas – mas não é justamente essa a força motriz do conhecimento científico?

abriam-se as portas para um novo estatuto epistemológico para ciências naturais (ABRANTES, 2011; MAYR, 1998; EL-HANI 2002).

Mais que uma revolução técnica

Uma sucinta conclusão a que se pode chegar é que toda a história da Biologia corresponde, em maior ou menor grau, à história dos resultados das melhorias técnicas. É também das lentes acromáticas (1823), das lentes de imersão a óleo (1878), da objetiva apocromática (1886), do microscópio de contraste (1934), do microscópio eletrônico (1938), e dos constantes melhoramentos nos processos de fixação e coloração das preparações microscópicas durante todo esse tempo, parte do mérito pela importância da Biologia nos dias atuais. Certamente hoje, quando a investigação científica renova o imbricamento das ciências da natureza – Física, Química e Biologia – a microscopia ganha fôlego para criar outros mundos!

A história da microscopia confirma o ideal de transformação da cultura pelo aparato técnico, como sugerido nos aforismos de Postman (1994): o microscópio alterou nossos interesses, as coisas sobre as quais pensamos; alterou nossos símbolos, as coisas com as quais pensamos; e, finalmente, alterou a natureza da comunidade, a arena na qual o pensamento se desenvolve. E, assim, *"a tradicional separação entre 'high science' (das teorias filosóficas) e a 'low science' (dos aparatos dos artesãos e engenheiros) perdeu força com o desenvolvimento dos novos instrumentos"* (BENNET, 1986: p.6).

Como em uma 'metáfora ecológica', o microscópio provocou no pensamento biológico o mesmo que uma nova espécie provoca quando alocada em um ecossistema estabelecido: nada é subtraído ou adicionado, mas tudo é profundamente mudado pela chegada da novidade.

Referências bibliográficas

ABRANTES, P. C. Introdução: o que é a filosofia da biologia?. In: ABRANTES, P. C. (org.). **Filosofia da Biologia**. Porto Alegre: Artmed. 2011. p.11-36.

BENNETT, J. A. The mechanics´ philosophy and the mechanical philosophy**. History of Science**, 24, 1986.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. **Breve história da Ciência Moderna:** das máquinas do mundo ao universo-máquina (séc. XV a XVII). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2004.

_____ . **Breve história da Ciência Moderna:** das luzes ao sonho do doutor Frankstein (séc. XVIII). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2005.

CALUZI, J. Ciência sob um novo olhar. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, ed. 324. Abr. 2015.

CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 2004.

DELATTRE, P. Teoria e modelo. In: **Enciclopédia Einaudi**, vol. 21. Lisboa: Imprensa Nacional - Casa da Moeda, 1992. pp. 223-287.

EL-HANI, C. N. Uma ciência da organização viva: organicismo, emergentismo e ensino de biologia. In: SILVA FILHO, W. J. (ed). **Epistemologia e Ensino de Ciências**. ed. Salvador: Arcadia; UCSal, 2002. p.199-244.

HACKING, I. **Representar e intervir:** tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012.

LANE, N. The unseen world: reflections on Leeuwenhoek (1677) 'Concerning little animals'. **Phil. Trans. R. Soc.** B 370: 20140344. 2015.

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico:** diversidade, evolução e herança. Brasília: Editora UnB, 1998.

McLUHAN, M. **Os meios de comunicação como extensões do homem.** São Paulo: Cultrix, 1964.

MOSLEY, M.; LYNCH, J. **Uma história da ciência: experiência, poder e paixão.** Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

POSTMAN, N. **Tecnopólio:** a rendição da cultura à tecnologia. São Paulo: Nobel, 1994.

RONAN, C. A. **História Ilustrada da Ciência – volume III:** da renascença à revolução científica. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

ROSSI, P. **O nascimento da ciência moderna na Europa.** Bauru, SP: EDUSC, 2001.

ROTHBART, D. **Philosophical instruments** – minds and tools at work. University of Illinois Press, 2007.

SIMMONS, J. **Os 100 maiores cientistas da história:** uma classificação dos cientistas mais influentes do passado e do presente. Rio de Janeiro: DIFEL, 2002.