



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA – PROFBIO

Alessandro Wanderley Guanabara

A espessura do vivo;

pensando o conceito de vida no currículo de Biologia

Rio de Janeiro

2019

Alessandro Wanderley Guanabara

A espessura do vivo;

pensando o conceito de vida no currículo de Biologia

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) como requisito para a obtenção do título de mestre em Ensino de Biologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Marcia Serra Ferreira

Rio de Janeiro

2019

Guanabara, Alessandro Wanderley.

A espessura do vivo: pensando o conceito de vida no currículo de Biologia/
Alessandro Wanderley Guanabara. – Rio de Janeiro: UFRJ /Centro de Ciências da
Saúde, Instituto de Biologia, 2019.

275 f.: il.; 30 cm.

Orientadora: Marcia Serra Ferreira.

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal do Rio de
Janeiro/ Centro de Ciências da Saúde, Instituto de Biologia, Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia em Rede Nacional PROFBIO, 2019.

Referências bibliográficas: f. 133-148.

1. Comunicação e Divulgação Científica. 2. Biologia- educação. 3. Currículo.
4. Vida. 5. Livros - tese. I.Ferreira, Marcia Serra. II. UFRJ/ Centro de Ciências da
Saúde, Instituto de Biologia, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em
Rede Nacional PROFBIO. III. Título.

**Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
- PROFBIO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
CAMPUS FUNDÃO

**“A Espessura do Vivo Pensando o Conceito de Vida no Currículo de
Biologia”**

ALESSANDRO WANDERLEY GUANABARA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO VISANDO A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO
DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL - PROFBIO

Rio de Janeiro, 24 de Julho de 2019.

APROVADO POR:



Dr.^a MÁRCIA SERRA FERREIRA (DOUTORA – UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO - UFRJ)
ORIENTADORA E EXAMINADORA



Dr.^a ANDREA THOMPSON DA POIAN (DOUTORA – UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO - UFRJ)
EXAMINADORA



Dr.^a SIMONE ROCHA SALOMÃO (DOUTORA – UNIVERSIDADE FEDERAL
FLUMINENSE - UFF)
EXAMINADORA

Agradecimentos

Dentre todas as coisas de que é feita esta dissertação, entre ideias, intuições, desejos, afetos e acasos, está a gratidão a tudo que contribuiu com a sua elaboração: pessoas, obras e instituições. Em especial, cito de forma breve: a professora Marcia Serra Ferreira, por aceitar essa orientação e oportunizar a retomada de uma proximidade reflexiva começada já na graduação; a coordenação nacional do programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), pela iniciativa de organizar tal programa e garanti-lo como uma oportunidade de formação para mim e outros tantos professores; a coordenação regional do mesmo programa, responsável por sua implantação na Universidade Federal do Rio de Janeiro, em especial as professoras Cássia Mônica Sakuragui, pela paciência e pelo carinhoso incentivo, e Andrea Thompson da Poian, pela comunhão no interesse sobre o tema, exposta em uma fala espontaneamente animada e animadora quando de minha qualificação; meus companheiros de turma no percurso do mestrado, pelo compartilhamento das descobertas, das angústias e das motivações; o Colégio Pedro II, por sua abertura a que se pense e se faça (ou se tente fazer) uma educação básica como este país precisa e merece; meus companheiros de trabalho, tanto professores quanto estudantes, por comporem a paisagem afetiva e dialógica em que me movo no dia a dia da vida da escola; a Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Universidade do Estado do Rio de Janeiro, universidades que me formaram tanto no curso de Ciências Biológicas, a primeira, quanto no de Filosofia, a segunda, ambos importantes para a formação do professor que sou; e, por fim, a Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, escola em que cursei o ensino médio e me ensinou, por irrefutável demonstração em minha própria vida, a acreditar no poder (trans)formador da instituição escolar.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Breve relato da experiência de participação no PROFBIO

A implementação de um programa de mestrado profissional em ensino de Biologia é, de fato, uma iniciativa que vai ao encontro de uma demanda relevante da realidade escolar: a necessidade de que nós, professores, disponhamos de um caminho institucional de reflexão sobre nossa prática em diálogo com a academia e com colegas de profissão (em especial, aqui, aqueles envolvidos com questões e demandas próximas, por lecionarem a mesma matéria escolar). No caso, veio ao meu encontro: ao encontro daquilo que em mim se fazia como esse apelo por uma experiência reflexiva mais sistemática. E, por se tratar de um mestrado profissional, desse percurso formativo voltado para indivíduos que permanecem, no seu decorrer, inseridos em suas práticas profissionais, com todos os comprometimentos implicados nisso, veio, de algum modo, prevendo e minimizando as dificuldades que tal peculiaridade gera.

Outro elemento digno de menção, no âmbito das especificidades do PROFBIO, foi o bem-vindo recurso, feito pelo programa, ao campo teórico e prático do ensino investigativo. A oportunidade de pensar minha prática foi, portanto, vivida a partir da provocação de que essa prática viesse a se realizar dentro de uma possível vontade de desvelamento do caráter de investigação da atividade científica: um desvelamento fundamentado por certa obediência à fértil convocação dos problemas quando devidamente formulados e centrado no protagonismo dos estudantes no esforço de sua resolução.

Tanto a ênfase na abordagem investigativa no ensino de Biologia quanto a necessidade de viver o mestrado sem descolá-lo da prática profissional, assumindo, inclusive, como sua tarefa a produção de materiais a ela direcionados, certamente tiveram repercussões em minha prática. Interessa-me menos, no entanto, tentar identificá-las em seus detalhes com gana calculista e mais afirmá-las na sua obviedade: a obviedade, atestada em diversas considerações acadêmicas e contundentemente vivenciada pelos professores, sendo eu um deles, da eficácia da aposta na formação continuada docente e, com isso, na capacidade de a escola se pensar e se transformar à medida em que as condições institucionais para tanto lhe sejam garantidas. A parceria desta com a academia faz parte justamente desse esforço.

Por isso, interessa-me também torcer (e declará-lo publicamente) pela duração do presente programa: que dure na medida mesmo dos desafios que o país tem de enfrentar em relação ao ensino, em especial ao ensino público no nível médio.

Resumo

GUANABARA, Alessandro W. **A espessura do vivo: pensando o conceito de vida no currículo de Biologia.** Rio de Janeiro, 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

A presente dissertação busca pensar as repercussões de um possível encaminhamento pedagógico para a pergunta *O que é a vida?* no ensino médio, por meio da produção de um livro paradidático. Ela entende e defende que, apesar de este não ser um questionamento frequente nas discussões oficiais da Biologia, fazê-lo abre a oportunidade de um caminho integrador de compreensão das questões próprias dessa ciência e que, sobretudo, fazê-lo no âmbito da Biologia como matéria escolar favorece que esta seja vivenciada, em suas articulações conceituais, como pensamento e não como coleção de informações fragmentadas e que seu ensino contribua com o processo de letramento dos estudantes. Portanto, seu escopo é a discussão dos potenciais pedagógicos do tratamento do conceito de vida no quadro curricular da biologia, o que, no caso, se encarna na elaboração de um livro escolar, disponibilizado para seu uso efetivo tanto como material didático pelos estudantes quanto como suporte para estudo e reflexões pelos professores.

Palavras-chave: conceito, vida, currículo, biologia.

Abstract

GUANABARA, Alessandro W. **A espessura do vivo: pensando o conceito de vida no currículo de Biologia.** Rio de Janeiro, 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

The present dissertation search to think about the repercussions of a possible pedagogical routing to the question *What is life?* in high school, through the production of a paradigmatic book. She understands and argues that, although this is not a frequent questioning in official Biology discussions, to do so opens the opportunity for an integrative path of understanding the problems of science itself, and above all, to do so in Biology as school matter favors that it is lived in its conceptual articulations as thought and not as a collection of fragmented information and that their teaching contributes to the students' literacy process. Therefore, its scope is the discussion of the pedagogical potentials of the treatment of the concept of life in the curriculum framework of biology, which, in this case, is incarnated in the elaboration of a school book, made available for its effective use both as didactic material by students and as support for study and reflection by teachers.

Key words: concept, life, curriculum, biology.

Nossas primeiras perguntas, quanto ao valor de um livro, uma pessoa, uma composição musical, são: “É capaz de andar? Mais ainda, é capaz de dançar?”...

(*A gaia ciência*, § 366, Friedrich Nietzsche)

Sumário

A espessura do vivo	8
1. De onde parte um professor ao escrever um livro?.....	11
2. Para que mais um livro de biologia?	19
3. Como se escreve um livro na escola?	
3.1 A escola tem um jeito próprio de dizer as coisas?	21
3.2 Como dizê-las através de um livro?	38
4. A que se destina um livro no ensino?	
4.1 O que se faz com tanto livro na escola?	54
4.2 Até onde pode ir um livro de biologia?	64
5. Pode um livro interferir no currículo?	
5.1 Como a biologia se pergunta pela vida?	81
5.2 Que diferença faz se perguntar pela vida na escola?	106
6. Aonde chega um professor ao escrever um livro?	125
7. Com quantos livros se faz um livro?	133
A espessura do livro	149

A espessura do vivo

(Apresentação)

O homem,
 porque vive,
 choca com o que vive.
 Viver
 é ir entre o que vive.

O que vive
 incomoda de vida
 o silêncio, o sono, o corpo
 que sonhou cortar-se
 roupas de nuvens.
 O que vive choca,
 tem dentes, arestas, é espesso.

(O cão sem plumas, João Cabral)

A espessura do vivo é um nome que suponho parecer inusitado para muitos, se não para todos. Sua formulação é inspirada em duas leituras, cuja associação também pode parecer inusitada. Ela aponta para um valioso livro do campo das Ciências Biológicas, cujo autor é o biólogo molecular e pensador da biologia francês François Jacob. Seu título *La logique du vivant* foi traduzido na edição aqui utilizada como *A lógica da vida*, não deixando, porém, de apontar para *A lógica do vivente* ou *A lógica do vivo* como traduções mais justas.

Portanto, *A espessura do vivo* é uma espécie de desvio de *A lógica do vivo*. De onde, então, esse redirecionamento, de uma *lógica* para uma *espessura*? Sua realização se justifica pela segunda leitura: o estupendo poema *O cão sem plumas*, do poeta pernambucano João Cabral de Melo Neto, cujos versos, citados na epígrafe, falam justamente do que é vivo como algo que, pelo incômodo e choque que causa, é espesso.

Eis que *A espessura do vivo* abriga, em sua formulação, ciência e poesia. Duas linguagens diferentes, tomadas, em geral, em uma distância irreconciliável, vingam, orgulhosamente reconciliadas, nesse nome: de fato, inusitado. Assim é que ele se dispõe como título de um livro, qual seja, um livro paradidático, resultante de minha experiência como professor em um curso de mestrado profissional em ensino de Biologia: nesse percurso formativo que o mestrado pode e tem de ser.

A dissertação aqui presente é o esforço de dar-se conta, mais lúcida e consistentemente, desse livro, do meu processo de escrevê-lo e lê-lo, das leituras que sua escrita exigiu e da sua existência disponível a possíveis outras leituras. É, por isso, uma discussão realizada em torno

de assuntos como escrita, leitura, ensino, currículo e Biologia, a partir do tema central de que o livro se ocupa: o conceito de vida. De onde, afinal, emerge isso da espessura do que é vivo? Que espessura é essa?

São sete as seções em que a dissertação está dividida. Ainda que cada uma delas corresponda aos fragmentos típicos de uma produção acadêmica – *introdução, objetivos, material e métodos, resultados, discussão, conclusão e referências* –, a opção foi nomeá-las também (e principalmente) por meio de perguntas, o que encarna a tônica geral de estranhamento e provocação que atravessa o livro discutido e, por conseguinte, a dissertação. Um e outro são frutos de um mesmo movimento de questionamento, de abertura do mundo, vivo e escolar, como uma questão, que interessa a mim e pode interessar a outros professores ou a quem quer que interesse o ensino de Biologia.

Cada seção abriga, assim, uma discussão teórica acerca dos vários aspectos relacionados à tarefa de escrita de um livro para a escola. De onde parte um professor ao escrever um livro? Para que mais um livro de Biologia? Como se escreve um livro na escola? A que se destina um livro no ensino? Pode um livro interferir no currículo? Aonde chega um professor ao escrever um livro?

No entanto, sua organização na forma de perguntas não corresponde apenas a um capricho estilístico, mas também a certo tensionamento, no reconhecimento de que se está a abordar uma questão educacional: por isso, por demais humana, complexa e inspiradora. Quando dissertamos sobre algo, de algum modo, dissertamos também sobre o próprio gesto de dissertar: sobre suas possíveis solturas e seus imperativos de rigidez, o que de irrecusável criação e envolvimento, o que de impessoalidade e enquadramento obrigatórios.

Na questão de uma dissertação, sempre está, assumidamente ou não, a dissertação também como questão. E uma dissertação, assim como um livro, é uma espécie de fonte de questões. Sob o estranho nome de *A espessura do vivo*, e sob uma vontade de estranhar, e, com isso, pensar a vida, a escola, o ensino de Biologia e a academia é que essa dissertação se faz desejosa da participação nesse jogo, propriamente acadêmico, de leitura, de escrita e de pensamento.

Nela, estão, de um modo que não sei medir, talvez insuficiente, talvez sadio, meu esforço intelectual e enunciativo, minha intuição, minha memória e experiência docente, uma vontade de lucidez, o que sobra de mim, o que me escapa, e, sobretudo, como tem de ser: minha paixão e responsabilidade. Comigo, em minha voz, ainda: soam as vozes dos outros todos, especialmente os autores por meio dos quais falo e que falam em mim.

São vários atravessamentos que abrem novas possibilidades de escrita da voz, e, nisso, há também um silêncio: nem meu, nem de ninguém, espantado, entre banal e promissor. No fim das contas, o que há, aqui, nesse jogo pensante, é o jogo irrecusável da própria vida. Afinal, dissertações são um jeito, muito humano, possivelmente interessado e interessante, de, estando vivo, *ir entre o que vive*.

1. De onde parte um professor ao escrever um livro?

(Introdução)

A presente dissertação é expressão de meu¹ processo de formação em um mestrado em ensino de Biologia. Será ele meu, ou serei eu dele? Bem, importa é que, de fato, trata-se de uma experiência de pensamento e linguagem que pode ser abordada por meio da imagem de um percurso. E permanece, nisso, a ambiguidade: um percurso é tanto um trajeto quanto sua travessia e aponta, portanto, para um *passar através* e um *passar-se*. O que (se) passa? (Com) Quem? Atravessar é, de certo modo, ser atravessado.

Nesse sentido, a dissertação é resultante de uma travessia e de um atravessamento. Apresenta-se qual fosse a marca, durável e disponível, de um trajeto de formação e, por isso, de re-forma e trans-formação: um trajeto de si mesmo a outros de si. Tal formação, no caso, como é próprio em um mestrado, acontece devido à formulação de uma pergunta. Alguém que se ponha a cursar um mestrado, se o faz genuinamente, se põe a perguntar: não uma pergunta qualquer, mas aquela que possa percorrê-lo(a) e por ele(a) ser percorrida, que o(a) leve e se vá com ele(a) de onde se está para alhures, uma pergunta que seja uma destinação.

Não será isso, enfim, uma investigação: um ir-se através de uma pergunta? A pergunta, aqui, é pela vida: por como concebê-la de um ponto de vista biológico, o que não é trivial. Tal pergunta me inquieta há muito, talvez desde antes de eu saber formulá-la ou descobri-la não só possível, mas academicamente viável. E, sendo, por sua radicalidade, uma daquelas perguntas que, ao ser feita, ela é que nos faz, despontou, repentina, com suas muitas pontas, na minha tranquilidade inicial de mestrando.

Foi o caso, então, de assumi-la, no que tem de simples, e deixá-la tomar a proporção devida: a imprevisível extensão comum às falsas obviedades e aos mistérios cotidianos quando a eles nos dispomos. A pergunta por um conceito vida, antes de tudo, revela a vida como uma espécie de enigma, um autêntico problema, diante da fome do nosso espírito, mesmo em toda sua vivacidade criadora e capacidade crítica. É um exemplo daquelas perguntas “que, como Einstein costumava dizer, só uma criança pode fazer mas que, depois de feitas, são capazes de trazer uma luz nova à nossa perplexidade” (SANTOS, 2010, p. 15).

¹ “Falar (ou escrever) na primeira pessoa não significa falar de si mesmo, colocar a si mesmo como tema ou conteúdo do que se diz, mas significa, de preferência, falar (ou escrever) a partir de si mesmo, colocar a si mesmo em jogo no que se diz ou pensa, expor-se no que se diz e no que se pensa” (LARROSA, 2015, p. 70).

Mais do que perguntar-se pelo que é a vida, trata-se também de se perguntar pelo lugar de onde se pode dizer *vida*, ou *vivo*. Não é também perguntar-se por qualquer lugar de onde se possa dizê-lo, mas pelo lugar na Biologia em que é possível que se o faça: o lugar que a própria Biologia é. A pergunta é, por isso, a ocupação desse lugar: sua exploração curiosa, querendo-se cirúrgica, sabendo-se hesitante e, sobretudo, espantada.

Dessa maneira, meu percurso começa no aproveitamento de uma oportunidade de enfrentamento mais sistemático dessa pergunta, de um irrecusável estar frente a frente com ela, de certa obediência àquilo que ela já era de convocação. Fez-se no mestrado a chance de tentar tomá-la em sua contundência e em seus desdobramentos, enquanto procura pela vida na Biologia e pela Biologia na vida: de percorrê-la nas suas sinuosidades, seus desvios e desvãos, suas bifurcações, seus cruzamentos.

Acerca desse percurso, é preciso dizer também que o faço como professor. Ainda que a pergunta pela vida me tenha despertado antes de eu me reconhecer como professor e me pôr a perguntar também pelo que seja essa condição², ela com-põe o cerne de minha identidade e atividade docente, uma vez que, sendo professor, o sou da matéria escolar Biologia. Dizendo respeito diretamente à minha vida com a Biologia, ela diz respeito ao fato peculiar e fundamental de que minha relação com esse conhecimento é atravessada pela minha obrigatória e aprazível dedicação ao seu ensino.

É assim que tal pergunta, no terreno próprio das questões da escola, viceja ganhando outra consistência e novas possibilidades de alastramento. Não sendo mais só um exercício de curiosidade, é pergunta como uma resolução mais organizada da curiosidade em um processo de investigação. Não sendo mais unicamente biológica, é pergunta que se faz na escola, a partir do que interessa à ambiência escolar e nela interfere. E mais: não sendo habitual nem simples, é também pergunta que se desdobra em um encaminhamento, de ordem mais prática, de intervenção no currículo escolar.

Trata-se, no fim das contas, de uma investigação teórica no campo da Educação, interessada pelas articulações entre Biologia e escola a partir da discussão sobre o conceito de vida. Como uma discussão ampliada do conceito de vida pode repercutir nos currículos de Biologia? Contudo, trata-se também de uma discussão teórica amalgamada a uma proposição prática, qual seja, a proposição de um caminho para a curricularização dessa discussão. Tal

²“De fato, *um* professor não é mais do que uma resposta possível, concreta, singular, encarnada, sempre provisória, sempre aberta, sempre problemática, à pergunta: o que é ser professor?” (LARROSA, 2018, p. 211).

caminho também é textual, e acrescenta novos matizes à atmosfera da pergunta em sua problemática: matizes referentes aos processos da leitura e da escrita docentes e estudantis.

Na verdade, a escrita e a leitura em geral se fazem presentes. Mesmo porque o processo que resulta na dissertação é de investigação, mas é, sobretudo, de leitura. Se, na investigação, parece haver (ao menos a exigência é de que haja) um senso de concentração em torno do que é investigado, uma espécie de filtragem contínua, na leitura, há esse exercício, mas sempre também a chance de alguma dispersão: o ver-se enredado em caminhos imprevistos, o descobrir outras questões associadas, em suma, algo de irrupção, de possível demora e refazimento.

A leitura, em alguma medida, parece estender-se para além da investigação, no sentido de que esta talvez seja a ocupação contínua com a apropriação do texto lido, enquanto a outra serve tanto a este propósito quanto está permanentemente aberta à apropriação do(a) leitor(a) pelo texto. Talvez a investigação seja uma das faces do processo de leitura: de textos e mundos. Portanto, há, aqui, o cuidado vigilante de não se subestimar a potência da leitura: seu alcance.³ Afinal, essa dissertação é especialmente a defesa de seu valor e pertinência, sendo ela mesma a realização desse gesto fundamental.

Leitura de quê? Leitura da vida, como possível conceito biológico. Mas não só, sendo esse tema apenas o disparo de outras e entrelaçadas leituras: da Biologia, do seu ensino, da escola e da própria leitura. Ou seja, é a investigação e a interpretação, a leitura acerca da discussão biológica sobre o conceito de vida e sua possível presença nos currículos de Biologia, a experiência de pensar e dizer a partir disso, pensando e dizendo juntamente não só o(s) conceito(s) de vida, mas a Biologia, a escola e a leitura: a vida na Biologia, a Biologia na escola, a ciência na Biologia, a leitura na escola, a leitura na Biologia e vice-versa.

E, se o caso é de leitura, ele é conjuntamente de escrita: de uma escrita que nasce, urgente e ao mesmo tempo lenta, da concretude da leitura, que é continuidade de seu movimento. Trata-se de uma leitura que se escreve e de uma escrita que se lê, ambas (ir)resolvidas em uma experiência (trans)formativa que se instala, entre explícita e obscuramente, como pode, em um texto que, se não é exatamente um ensaio por obediência aos enquadramentos institucionais, o é na sua intenção e na sua íntima vibração.

O ensaísta problematiza a escrita cada vez que escreve, e problematiza a leitura cada vez que lê, ou melhor, é alguém para quem a leitura e a escrita são, entre outras coisas, lugares de experiência, ou melhor ainda, é alguém que está aprendendo a escrever cada vez que escreve, e aprendendo a ler cada vez que lê: alguém que ensaia a própria

³ “O professor é alguém que aprende a ler e que ensina a ler” (LARROSA, 2018, p. 211).

escrita cada vez que escreve e que ensaia as próprias modalidades de leitura cada vez que lê. (LARROSA, 2003C, p. 108)

Poder-se-ia dizer, talvez, que o ensaio é uma atitude existencial, um modo de lidar com a realidade, uma maneira de habitar o mundo, mais do que um gênero da escrita (...) Poder-se-ia dizer, talvez, que o ensaio é o modo experimental do pensamento, o modo experimental de uma escrita que ainda pretende ser uma escrita pensante, pensativa, que ainda se produz como uma escrita que dá o que pensar; e o modo experimental, por último, da vida, de uma forma de vida que não renuncia a uma constante reflexão sobre si mesma, a uma permanente metamorfose. (LARROSA, 2004, p. 32)

Assim, tal texto se quer próximo do que diz o filósofo da educação espanhol Jorge Larrosa sobre o ensaio. Aliás, a bem da verdade, há também, e de modo agudo, a intenção de diálogo e proximidade com este autor acerca do que ele se dispõe a dizer sobre a escola e a educação, pela potência pensante de sua escrita: inspiradora e valiosamente presente, para além das citações, no texto e na experiência, pretensamente ensaísticos, dessa dissertação.

No mais: a leitura investigativa que se encontra na origem desse processo de escrita é a leitura, repito, de um professor. Interessa menos aqui afirmá-la como a transformação desse professor que sou em pesquisador, e mais afirmá-la como um aguçamento ou encorpamento do caráter pesquisador da minha experiência habitual como professor. “Desse ponto de vista, que adoto, todo professor é um pesquisador; possui um espírito pesquisador; entra em devires-pesquisadores, enquanto educa. Caso não fosse assim, como ensinaria? O quê e como ensinaria?” (CORAZZA, 2013, p. 94). É disso também que parto nessa travessia.

Defendo que a docência sempre foi pesquisa; e vice-versa. Mesmo que os sistemas educacionais (com os seus motivos), durante muito tempo, tenham inventado e divulgado o mito que existiria, de um lado, pouquíssimos intelectuais da educação que pesquisam; enquanto, de outro, haveria uma grande massa daqueles professores que somente ensinam. Ou, mesmo, talvez, tenhamos sido nós próprios, educadores, quem, sem questionar, passamos a acreditar nessa divisão em castas; e que, até, tenhamos desejado acreditar nisso. Então, por facilidade e conforto, nem faríamos questão de nos considerar como pesquisadores; delegando, com satisfação, a outros essa função, e dividindo o mundo da educação assim: Eles que pesquisem, pensem, escrevam e publiquem; eu, apenas ensino. (CORAZZA, 2013, p. 93)

Não posso deixar de dizer ainda que, sendo professor, o sou no Colégio Pedro II. Não que esta tenha sido a minha única experiência no magistério. Pelo contrário, trata-se de um ingresso recente, mas coincidente com o início do mestrado e, por isso, determinante para o caminho nele percorrido. Minhas experiências anteriores foram no ensino fundamental e, portanto, minha integração ao corpo docente do referido colégio teve, para mim, um caráter inaugural em termos do ensino de Biologia.

Posso reconhecer duas importantes repercussões disso na minha adesão à pergunta mobilizadora dessa escrita. A primeira diz respeito a certo diferencial do colégio em relação a outras escolas da rede pública, especialmente as da rede estadual, principal responsável pelo ensino médio, e trata-se do incentivo institucional ao necessário estudo de que depende a atividade docente e à realização de projetos, inclusive para além da sala de aula, abertos a inovações pedagógicas, interseções disciplinares e redirecionamentos curriculares.

Tal incentivo não se restringe ao plano do discurso e se traduz em mecanismos institucionais de reconhecimento e oferta de suporte, dentre os quais, inclusive, a possibilidade de reserva de determinada porção de carga horária de trabalho à realização de um mestrado. Nessa paisagem institucional estimulante é que a escolha por um tema diferente e, por isso, de certa forma, desafiador, não é simples capricho intelectual, mas vai ao encontro de possibilidades reais de ação e de aposta em mudanças pedagógicas.

Porém, como a maioria das escolas, o Colégio Pedro II também conta com um currículo de Biologia extenso, difícil de ser cumprido em sua totalidade, mesmo com a maior carga horária reservada a seu ensino. Nisso, em vez de se diferenciar das demais escolas públicas ou privadas, o colégio parece obedecer a uma espécie de regra geral em relação aos contornos da Biologia como matéria escolar. Daí que essa condição tenha também, de alguma maneira, me levado à escolha pela temática em questão, uma vez que intuí sua discussão como uma possível contribuição para o debate sobre o *inchaço* curricular da Biologia.

O incentivo à pesquisa e a assunção de uma atividade docente possivelmente inovadora tensionados por um currículo *inchado* foram, portanto, em alguma medida, motivadores da configuração que meu percurso formativo acabou ganhando, que é justamente o de pensar o potencial sintético e transformador da integração de uma discussão mais atenta e cuidadosa do conceito de vida nos currículos de Biologia. Para além do contexto específico do Colégio Pedro II, há um contexto amplo de identificação, no ensino de Biologia, de problemas que têm relação com um excesso de conteúdos abordados. Afinal, para diferentes autores:

O ensino de ciências tem-se limitado a um processo de memorização de vocábulos, de sistemas classificatórios e de fórmulas por meio de estratégias didáticas em que os estudantes aprendem os termos científicos, mas não são capazes de extrair o significado de sua linguagem. (SANTOS, 2007, p. 484)

Apesar da sua grande importância em nossa cultura, e do interesse pela Ciência e tecnologia de nossa população o conhecimento científico que é apresentado nas escolas não reflete nenhum dos aspectos da Ciência como desenvolvimento humano, nem desperta a curiosidade, muito ao contrário, a tradição do ensino científico, quer no curso fundamental, quer mesmo no médio ou na universidade, obriga os alunos a

memorizar *os conhecimentos já comprovados*, que não são usados nem nas próprias classes dessa área. (CARVALHO, 2007, p. 27)

Esse reconhecimento difuso, entre os estudantes e, como se vê, até entre acadêmicos, da Biologia como uma matéria marcada negativamente por uma memorização excessiva, de fato, pode ser relacionado à extensão do currículo. Uma ação pedagógica mais cuidadosa, preocupada com a apreensão significativa dos nomes como conceitos e dedicada à compreensão dos processos e das articulações conceituais demanda tempo. E, na demanda por tempo, tal ação esbarra nas limitações do cumprimento daquilo que os currículos preveem.

Articulada a isso, está a questão acerca de quais conteúdos ensinar. Quais são relevantes? Quais emergem como fundamentais na compreensão do quadro conceitual da Biologia? Quais se fazem necessários para que este quadro seja compreensível? Quais se relacionam com demandas sociais urgentes? Enfim, como não poderia deixar de ser, os contornos curriculares não são ponto pacífico na Biologia e em nenhuma matéria escolar. Nesse sentido, o percurso aqui narrado se cumpre nesse enfrentamento, sabendo-o assim.

Acreditamos que todo professor de Biologia deveria retomar constantemente três questões básicas em relação ao seu trabalho pedagógico:

- *em que a Biologia pode contribuir para vida dos alunos e da população em geral?*
- *que conteúdos selecionar para um ensino que tenha relação com os interesses dos alunos e da sociedade e que permita uma visão mais integrada da Biologia?*
- *como trabalhar tais conteúdos de forma a envolver os alunos de forma prazerosa, construtiva e crítica?* (BORGES, 2000, p. 131)

Não posso deixar de afirmar ainda que, se o caso é de fazer esse enfrentamento na realização de um mestrado, tal mestrado é profissional. Daí que o fato de que o processo de escrita tenha raiz na minha prática docente efetiva e que, por isso, também efetivamente se preste a nela interferir seja não só um feliz acaso, mas a afinação a uma marca dos mestrados profissionais. Por isso, há um encaminhamento prático da discussão: no caso, a produção de um livro paradidático sobre o conceito de vida.

A escrita aqui discutida é, portanto, dupla: é a escrita tanto dessa dissertação, que tem como tema a presença da discussão sobre o conceito de vida nos currículos de Biologia, quanto de um livro paradidático, que tem como tema a discussão sobre o conceito de vida. Dessa maneira, a escrita do livro se torna também tema da dissertação e a escrita da dissertação não é exatamente tematizada, mas problematizada na escrita do livro.

No entanto, não se trata, como talvez se possa esperar, de procurar, com a dissertação, justificações para a escrita do livro, ainda que esse tenha sido o movimento inicial. O caminho

foi descobrir o livro como possível não só ao escrevê-lo, mas ao dissertar sobre essa escrita, de modo que sua conclusão dependesse da dissertação. O que se deu foi a articulação de dois percursos escriturais abertos um ao outro, cumpridos em parceria e encerrados conjuntamente, independentemente das alternâncias observadas durante seu avanço.

Também não é caso de haver um produto (o livro) sobre o qual se reflita. O próprio produto é uma reflexão, e a reflexão sobre ele, um produto. Em uma cisma de contagem: por baixo, o que há são dois produtos e duas reflexões, cruzados e sobrepostos. Dizê-los assim, livro e dissertação, na independência que há, de fato, entre esses dois corpos textuais, é, no entanto, encobrir o que há persistentemente de uma reunião em sua origem, uma unidade na qual o livro é a urgência, ou a projeção, da dissertação e a dissertação, a seguridade, ou o dobramento, do livro.

Em ambos os materiais, há o registro de seu nascimento em circunstâncias específicas, que dizem respeito ao meu perfil como professor, ao meu gosto pelas organizações conceituais sintéticas e pela articulação interdisciplinar, ao meu interesse genuíno pelo tema e minha experiência docente em um colégio específico. Mas há também o esforço de transbordamento dessas especificidades, no sentido de pensar suas implicações gerais, o que tornam ambos os materiais publicáveis.

Por isso, inclusive, conformando-se ao reconhecimento das especificidades contextuais, mas sem ignorar a abertura ao diálogo através de apontamentos generalizantes, a discussão encontrada nessa dissertação é de natureza teórica. Portanto, o que se segue é um investimento argumentativo que põe em discussão a produção de um livro paradidático, suas possibilidades de uso e as repercussões curriculares dessas possibilidades.

Esses objetos de discussão estão distribuídos pelos capítulos 3, 4 e 5. No terceiro capítulo (*Como se escreve um livro na escola?*), a questão básica é como se produz um material didático, no caso, um livro. No quarto capítulo (*A que se destina um livro na escola?*), o foco é no que se pode esperar do emprego de um livro na dinâmica pedagógica, especialmente no ensino de Biologia. No quinto capítulo (*Pode um livro interferir no currículo?*), o foco é ainda mais específico: o que se pode esperar do emprego de um livro paradidático sobre o conceito de vida no modo como se organiza e realiza o ensino de Biologia.

Feito uma massa que unisse esses capítulos e discussões, está um interesse apaixonado pela Biologia e pela escola. Esta dissertação é a consistência resultante desse interesse, de seu movimento, materializado no direcionamento a um tema específico, nada frequente, nem trivial: a própria vida, seu conceito. Nisso, por baixo e acima, e dentro mesmo, está a afirmação

de que a vida, a ciência e a escola têm de ser permanentemente pensadas, porque nos dizem respeito, de um modo fundamental: a todos nós.

2. Para que mais um livro de biologia?

(Objetivos)

Diante da presença expressiva e facilmente identificável dos livros na escola, especialmente dos livros didáticos, é possível que desponte a pergunta, cortante e pertinente, acerca da relevância de mais um livro de Biologia, ainda que paradidático. Acrescente-se a isso o fato de que o tema desse livro seja, no mínimo, infrequente, para não dizer inusitado ou mesmo estranho. Em suma, trata-se de se perguntar para quê esse livro e, por isso, é o caso de responder a tal pergunta, mesmo porque escrevê-lo, e a essa dissertação, partiu desse questionamento. Enfim, para quê ambos?

Primeiramente, em termos gerais, para sugerir desvios curriculares no ensino de Biologia, justamente a partir do aprofundamento da discussão em torno do conceito de vida, traduzido, por sua vez, em um livro paradidático sobre o tema. Ou seja, trata-se de uma vontade de me firmar, de modo pretensamente mais lúcido e mais desafiante, na arena das forças que definem, em seu jogo de interações, os currículos de Biologia.

Não é o caso de entrar nessa arena, uma vez que nela já está todo(a) professor(a), mas de se saber nela e, a partir disso, liberar contágios, gerar outras tensões, provocar deslocamentos. Em tudo isso, está a vigência de um interesse vital pela atividade docente: pelo seu aprimoramento contínuo. Daí que apenas o uso dos livros didáticos já existentes não baste. “Se para muitos professores a utilização de um livro didático é a solução para seus problemas de docência, para aqueles que pretendem estabelecer uma nova dinâmica em seu trabalho, esse material didático certamente será insuficiente” (BORGES, 2000, p. 172).

Em termos específicos, a escrita aqui comentada está voltada para o aprofundamento das discussões sobre o conceito de vida, por meio do diálogo com a Biologia teórica, e mesmo com a Filosofia e a História, na perspectiva da produção de conhecimento escolar sobre o tema. Por isso, também serve à investigação acerca dos processos que levam à transformação dos conhecimentos acadêmicos em conhecimentos escolares, no caso, a serem ensinados na matéria escolar Biologia no ensino médio.

Um dos objetivos, claro, é também a disponibilização, a partir dessas investigações, de um material didático para o uso, seja como for, de estudantes e de qualquer professor interessado não só na questão específica do conceito de vida, mas no ensino de Biologia. Afinal, “(...) no cotidiano de seu trabalho, o professor dificilmente consegue ministrar suas aulas sem o apoio de materiais previamente disponíveis” (BORGES, 2000, p. 232). E, a bem da verdade,

um material didático pode ser um dispositivo pedagógico: um dispositivo de estímulo a novas movimentações dos agentes da cena pedagógica.

De qualquer maneira, está em jogo a oportunidade de engrossar o rol coletivo, acadêmico e escolar, de materiais didáticos e propostas pedagógicas. Inclusive, no caso, o livro se dispõe a suprir certo vazio de materiais especificamente voltados para o conceito de vida. “Da mesma maneira em que são poucos os trabalhos que discutem o conceito de Vida na pesquisa biológica, também são poucos os que discutem esse conceito no Ensino de Biologia” (BACHEGA; ANDRADE; MEGLHIORATTI; CALDEIRA, 2018, p. 21). Mas não é só em seu tema que ele destoa, mas também em seu formato, em sua linguagem e suas articulações com outros saberes, como a Literatura e a Filosofia, o que pode ser enriquecedor.

Tal material didático, por ser um livro, se põe em relação com a questão geral da leitura e mesmo da escrita. Nesse sentido, sua produção também quer chamar a atenção para o que há de uma atividade de letramento e formação de leitores a ser desdobrado no uso de um livro na escola, uma vez que “(...) tanto a leitura, quanto a escrita são peças fundamentais, amplamente utilizadas no ensino de ciências e merecem maior atenção” (SOUZA, 2000, p. 224). De fato, a dimensão linguística do ensino de Biologia, devido à sua relevância, não deve ser ignorada.

(...) para que os estudantes não se limitem às discussões de problemas de relevância atual, para que tenham a oportunidade de apreciar a natureza do conhecimento científico e da atividade científica, para que tenham acesso à cultura das ciências, devemos enfrentar a questão de como está sendo trabalhado o texto na educação em ciências, a sua escrita e a sua leitura. (NIGRO, 2007, p. 55-56)

Por fim, tenho de afirmar que os textos produzidos também se destinam aos professores. O livro pretende servir como um suporte para realização da discussão do tema nas atividades escolares, mas também para o estudo do tema por parte dos professores. Tanto o livro quanto a dissertação se dispõem a esse último destino, e ainda, ambos, sobretudo esta, também podem auxiliar os professores em suas reflexões sobre currículos e mudanças curriculares.

Em última instância, esses textos também querem favorecer a reflexão docente, no sentido de fazer do ensino de Biologia uma permanente questão. E são, na qualidade de textos, uma espécie de clamor por outros textos: alguma afirmação entusiasmada da capacidade e da vocação docentes para a leitura e a escrita. Trazem consigo, portanto, o incentivo à assunção, pelos professores que os leiam, da liberdade poética que possibilita o transbordamento da experiência de exercício do interesse e da pesquisa em produções didáticas autônomas.

3. Como se escreve um livro na escola?

(Material e Métodos)

3.1 A escola tem um jeito próprio de dizer as coisas?

Escrever um livro didático, ou (para)didático, como é o caso aqui, de qualquer maneira, um livro escolar, é ter de se virar com a diferença fundamental que o torna, assim como a qualquer outro material didático, não só apropriado para o que se realiza na escola, mas necessário à escola como instituição que vive de realizações muito próprias. No final das contas, é a qualificação de *didático* que se abre como uma questão. O que torna algo *didático*? Em que medida *didático* é um modo outro de as coisas se darem, caracterizando a escola na sua identidade fundamental?

Sendo ela este lugar em que a cultura, nas suas múltiplas expressões, legítima e organizadamente, torna-se alvo da atenção dedicada das novas gerações, é, por isso mesmo, o lugar de uma apresentação. Não será a escola, portanto, a materialização planejada desse processo de apresentação das instâncias da vida cultural: das coisas do mundo, na medida em que a cultura é a elaboração da experiência do mundo, da enormidade abarrotada de coisas do mundo?

A escola justamente apresenta essas coisas: é um modo de torná-las públicas, de fazê-las destacadamente possíveis alvos da curiosidade e de uma nova atenção, de trazê-las para um lugar de inter-esse, de pô-las entre (nós, e tudo), em suma, de dizê-las. A identidade escolar se realiza na conformação de modos de dizer o mundo para as novas gerações: com elas. Por isso, sua ambiência é ocupada pelas ciências, pelas artes, pela Filosofia, por saberes variados: como linguagens por meio das quais dizemos o mundo, ou por meio das quais o mundo mesmo se diz em nós.

A Biologia, a Química, a Filosofia, a Música, a História e outros conhecimentos mais, dizem o mundo, cada qual, a partir de aspectos particulares: ênfases, atenções, silenciamentos, recursos linguísticos distintos, em possibilidades e impossibilidades diferentes de articulação, que se prestam à revelação de determinado conjunto de objetos e fenômenos, no fim das contas, de modos de realização disso que chamamos de mundo. “Os aparatos de produção, legitimação e controle do conhecimento são, indistintamente, aparatos de produção, legitimação e controle de certas linguagens” (LARROSA, 2015, p. 60).

Nesse sentido, dizer o mundo bio logicamente é dizê-lo através do discurso (*lógos*) da Biologia, ou seja, do modo fundamental como a linguagem biológica possibilita dizê-lo a partir de seus vocábulos próprios, de sua malha conceitual e dos caminhos possíveis para se percorrê-la, quiçá produzindo novas interseções, dobras e distensões. A Biologia é uma linguagem.⁴ As outras ciências e saberes: igualmente. Trazê-las para a escola, ou melhor, conformar a escola no exercício delas é acionar a potência de dizer própria de cada uma. E, assim, a escola se faz um lugar para experimentá-las como o que são: dizeres do mundo.

No entanto, ao reunir, em seu poliglotismo original, diversas linguagens de elaboração da realidade plural do mundo, a escola o faz a partir de uma espécie de gramática própria: antibabélica, por assim dizer. Isso porque há importantes particularidades da escola como lugar e realização de modos de dizer. Primeiramente, a escola é um dizer do dizer. Se a Biologia é um modo de dizer o mundo, ao tornar-se uma matéria escolar, trata-se já do modo como a escola diz a Biologia: portanto, um modo de dizer um *dizer o mundo*.

Dessa maneira, existe um determinado modo de dizer o mundo, que é *biológico*, e um determinado modo de dizer o dizer biológico, que é *escolar*. Esse modo escolar de acionar a linguagem biológica se faz evidente se o comparamos ao exercício dessa linguagem pelos biólogos, em pesquisas, intervenções e discussões no seu âmbito profissional. De novo, a mesma caracterização vale para outras ciências e saberes, uma vez que é próprio da escola, como apresentação do mundo, se realizar a partir de linguagens (conhecimentos) que lhe são externas, e que, nela, a partir da reelaboração que sofrem, se fazem as mesmas e outras.

De onde isso: essa elaboração reduplicada do dizer, esse dizer o dizer, a necessidade disso? Biólogos falam biologicamente entre si. Filósofos e matemáticos, filosófica e matematicamente cada qual. Professores de Biologia, de Filosofia ou Matemática falam não só entre si, ou eventualmente com os pesquisadores desses campos ou do campo educacional, mas falam, por excelência, com os estudantes.

Trata-se, portanto, no exercício desse ofício, de um falar que não pressupõe o pertencimento a certa comunidade linguística de especialistas. Pelo contrário, seu pressuposto é o inverso: fala-se, nesse caso, com aqueles que não vivem a experiência desse pertencimento comum e precisam ser, em alguma medida, apresentados à linguagem na qual ele se fundamenta.

⁴ “A ciência é uma forma especialmente desenvolvida e concentrada de conversação” (FLUSSER, 2007, p. 172).

É porque, na escola, dizer equivale a apresentar o mundo às novas gerações que, na conversação escolar, não se diz biologicamente como quando os biólogos conversam entre si. Antes, se faz preciso uma espécie de reelaboração que torne a linguagem biológica passível de apreensão pelos estudantes, o que é o mesmo que torná-la possível para eles. Esse processo de transformação é justamente o processo de sua escolarização: de torná-la pertencente ao repertório da escola.

Ao ocupar-se do mundo, de maneira a apresentá-lo para as novas gerações, a escola se ocupa de linguagens variadas com que o mundo, na cultura, se diz. E, porque se trata de uma apresentação a gerações que não pertencem às comunidades especializadas nessas linguagens, a escola, ao se valer delas, o faz de um jeito próprio, diferenciado, pretensamente capaz de saltar o abismo desse não pertencimento.

Os dizeres do mundo na escola se fazem dizeres escolares e, através dessa linguagem de aproximação, a partir de então compartilhada por todos eles, essa espécie de gramática *comum*, é que a escola se torna o lugar da aproximação do próprio mundo: da possibilidade de certo avanço, quiçá cuidadoso e apaixonado, dos jovens estudantes até o mundo.⁵ Daí que a linguagem escolar seja outra, nova, inventada: precisa, “por um lado, dirigir-se à próxima geração como uma nova geração e, por outro, tentar transformar ‘objetos’ (algo do mundo) em matéria de estudo” (MASSCHELEIN; SIMONS, 2017, p. 202).

O mundo, sua concreção convulsiva, sua consistência de intermináveis acontecimentos, pela linguagem escolar, torna-se o mundo a ser estudado. Faz-se o mundo (em) comum, que se dispõe, em tese, ao mesmo tempo, para jovens de variadas origens e condições, por meio de um dizê-lo, exercido pela escola, que é, ou deve ser, comum a eles todos e que os torna conjuntamente estudantes. Uma linguagem não comum no sentido de vulgar, mas de posta em comum, compartilhada: escolar.

De que serviria se fosse apenas a linguagem cotidiana, que dissesse aos jovens aquilo que a vida mesma de cada um já os diz, e os confirmasse no lugar de onde já veem o que podem ver? Desse modo, “(...) não é a língua ‘deles’, e se a língua escolar se tornasse língua deles, seria difícil alcançar o mundo (para além do mundo da vida deles). Seria difícil fazê-los expostos e dar ao mundo uma chance (de contestar, tocar etc.)” (MASSCHELEIN; SIMONS, 2017, p. 206).

⁵ Não, claro, no sentido de que o mundo seja algo externo, do qual os estudantes não fazem parte, mas no sentido de que a escola é o lugar do seu estranhamento e, portanto, da sua reelaboração. Na escola, assim como na academia e nos espaços de produção de saber, a aproximação do mundo é sempre uma re-aproximação, justamente porque estamos todos nele desde sempre.

Não é a linguagem familiar de nenhum estudante. As pessoas, nas mais diversas circunstâncias e contextos da vida, não falam, a não ser na escola, em uma linguagem escolar.⁶ A língua da escola é uma língua de ninguém, nem dos acadêmicos, nem dos demais profissionais ou pessoas comuns. E, sendo de ninguém, se faz, pela escola, a língua de todos, que, tornados estudantes, podem, pessoas quaisquer que sejam, em alguma medida, apreender outras linguagens que não as suas, já familiares e costumeiras, ou até reapr(e)ender estas de maneira inabitual.

A linguagem escolar instala-se no meio da distância, irreconciliável a princípio, entre a linguagem cotidiana e a acadêmica. Por isso mesmo, não pode coincidir com a linguagem cotidiana, e não o poderia, por ter de convocar os jovens a alguma espécie de salto, que os levem a dizer e conceber o mundo também de outras perspectivas, em diálogo com concepções de outra ordem: científicas, filosóficas, artísticas, técnicas, em suas exigências características. Assim, se faz não propriamente o esteio de uma reconciliação, mas, na afirmação da ruptura: a chance do salto.

Transformar a Biologia em matéria escolar é possivelmente transformar os jovens em estudantes de Biologia: instaurar a possibilidade de que eles se tornem, em alguma medida, capazes de ler e dizer o mundo biologicamente. Traduzir diferentes dizeres na língua escolar é tornar o mundo, nas múltiplas dimensões a que esses dizeres se referem, apresentável e, portanto, um possível objeto de estudo: complexo, desafiador e intrigante.

Essa diferença constitutiva da linguagem escolar se manifesta nas marcações conformadoras e funcionais com que ela aciona as linguagens acadêmicas, gerando novas possibilidades de apreendê-las e até de traçar articulações entre elas. São as marcas que nos permitem reconhecer um texto, algum material, uma atividade qualquer como tipicamente escolares. E, de fato, ainda que distraidamente, somos capazes desse reconhecimento e o fazemos: nós que fomos iniciados na dinâmica da escola e aprendemos a sua língua.

Se lemos um texto, em geral, conseguimos supor se se trata, ou não, do tipo que qualificamos habitualmente de *didático*. O mesmo se aplica a outros materiais, ou a uma exposição, um comando, uma solicitação. Nos recursos que usa e nas atividades que propõe, nas orientações e cobranças que faz, na experiência de espaço e tempo que organiza, nas suas expressões mais corriqueiras ou eventuais, a escola está investida de marcas típicas que constituem, em tudo isso, seu jeito particular, necessário e fundamental de dizer as coisas.

⁶ “(...) ninguém realmente fala a ‘língua de escola’ em casa ou no trabalho (exceto professores escolares)” (MASSCHELEIN; SIMONS, 2017, p. 203).

Desta necessidade funcional da didatização decorre um certo número de traços morfológicos e estilísticos característicos dos saberes escolares, por exemplo, a predominância de valores de apresentação e clarificação, a preocupação da progressividade, a importância atribuída à divisão formal (em capítulos, lições, partes e subpartes), a abundância de redundâncias no fluxo informacional, o recurso aos desenvolvimentos perifrásticos, aos comentários explicativos, às glosas e, simultaneamente, às técnicas de condensação (resumos, sínteses documentárias, técnicas mnemônicas), a pesquisa da concretização (ilustração, esquematização, exemplificação), o lugar concedido às questões e aos exercícios tendo uma função de controle ou reforço (...). (FORQUIN, 1992, p. 34)

São traços variados, como lista em um breve, mas astuto inventário, o teórico da educação francês Jean-Claude Forquin, com o qual prontamente pode concordar quem se dispuser, por um instante que seja, a atentar, como ele, à ambiência escolar na qual foi ou ainda está imerso. Com certo esforço crítico, podemos não só reconhecer teoricamente esses traços escolares, mas recordá-los, recuperando-os em nossa memória estudantil.

Não é de qualquer modo que se ensina e se aprende Biologia. Seus assuntos próprios se arranjam em enquadramentos, temáticos e seriados, característicos, que não obedecem às relações multidirecionais que eles têm na prática de pesquisa das Ciências Biológicas. É preciso considerar, como o fazem as professoras e pesquisadoras Martha Marandino, Sandra Selles e Marcia Serra Ferreira, que “na escola existem transformações dos conhecimentos biológicos em conhecimentos mais diretamente relacionados às finalidades de ensino, um movimento que ocorre em meio a processos sociais mais específicos” (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p. 23).

Assim, por exemplo, as atividades práticas escolares não se realizam com as mesmas exigências e propósitos dos experimentos propriamente científicos. “Por isso, é produtivo diferenciarmos o método didático de experimentação e os métodos associados aos processos de produção dos conhecimentos científicos” (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p. 103). Isso para não falar nas outras atividades escolares, em especial, as exclusivas, como a realização de exercícios e provas, tão decisivas nas abordagens da escola.

Para além desses exemplos, o que há é toda uma organização diferenciada do saber biológico que, sem deixar de se remeter à sua produção acadêmica, é reelaborado para ser apresentado aos jovens estudantes e, dessa maneira, fazer da dimensão biológica do mundo uma matéria: um objeto de estudo. E assim se procede com as múltiplas dimensões a partir das quais se entende e se determina, em níveis de regulação estabelecidos, que o mundo deva ser apresentado.

Aqui, já se deixa ver uma primeira frente da constituição própria do que é escolar: aquilo que Forquin chama de *seleção cultural*. Afinal, a escola não trata de todos os possíveis saberes existentes na cultura, mas, dentre eles, extrai alguns com que monta o repertório escolar e estabelece uma tradição. Quais critérios esse repertório traduz? Que vozes se ouvem a enunciá-los? Que forças se mobilizam nessas escolhas? Que interesses são atendidos? Uma série de razões não só epistemológicas concorrem nessa seleção, em todas as instâncias envolvidas: da comunidade acadêmica à escolar, passando pelo Estado.

Essas são perguntas por demais importantes, que apontam para o atravessamento da escola, no cumprimento de seu papel, por razões outras, de ordem social, econômica e política, e a revelam como cenário de disputas de poder, em possíveis confirmações ou reconfigurações destas. “O modo como uma sociedade seleciona, classifica, distribui, transmite e avalia os saberes destinados a serem ensinados reflete a distribuição do poder em seu interior e a maneira como se encontra aí assegurado o controle dos comportamentos individuais” (BERNSTEIN, 1971, p. 47 apud FORQUIN, 1996, p. 190).

O currículo é, por isso, retrato de um jogo de forças. E é, sobretudo, à compreensão desse jogo, de como ele se imprime em formas curriculares, que se dedica certa investigação, sociológica, em educação, tentando entender, por exemplo, como se dá a seleção curricular diante da extensão, inabordável em sua inteireza, da cultura, em suas expressões passadas e contemporâneas. Isso desde a formulação de programas curriculares oficiais, em sua ampla cobertura, a certa liberdade de escolha de que os professores gozam, cada um, na concretude íntima da sala de aula.

Outra frente diz respeito mais especificamente à reelaboração por que passam os saberes e dizeres já selecionados do acervo vivo da cultura.⁷ Tal reelaboração, sendo a tarefa própria da escola, sem a qual sua destinação devida e legítima não se cumpre, não é, por isso, um processo simples ou espontâneo. Trata-se, de fato, de uma tarefa: uma construção, uma intervenção, um trabalho. E forma em conjunto com a seleção cultural, com a qual está intimamente associada, uma dinâmica de escolarização da cultura, que não é senão o próprio acontecimento da escola: sua realização institucionalizada.

Nos termos do sociólogo alemão Basil Bernstein, trata-se de uma *pedagogização do conhecimento*: do modo como a escola, ou o *dispositivo pedagógico* que por ela se realiza,

⁷ “A educação escolar não se limita a fazer uma seleção entre os saberes e os materiais culturais disponíveis num momento dado numa sociedade, ela deve também, a fim de os tornar efetivamente transmissíveis, efetivamente assimiláveis para as jovens gerações, se entregar a um imenso trabalho de reorganização, de reestruturação, de ‘transposição didática’” (FORQUIN, 1992, p. 31).

traduzindo, ainda que de modo preferencialmente velado, um jogo de forças sócio-políticas, assume determinados conhecimentos (linguagens) como legítimos para a apresentação às novas gerações e se dedica à tarefa de torná-los, de fato, apresentáveis. Tal dispositivo é, por isso, no fim das contas, a efetivação de uma regulação do dizer: algo como uma gramática, uma linguagem, ou, em termos do próprio Bernstein, um discurso.

Esse discurso pedagógico corresponde, mais do que a um discurso propriamente, a uma espécie de princípio de apropriação de outros discursos: aqueles a serem apresentados, como a Biologia. E tal apropriação, enquanto realização de uma vontade de controle, decorrente das disputas de poder constituintes da cultura, obedece a certas regras: de distribuição do que deve ser apresentado e a quem e quando; de transformação do que deve ser apresentado a partir da sua inserção em um contexto específico de apresentação; e, ainda, de avaliação dessa apresentação segundo o que se pode esperar alcançar com ela.

Interessa, aqui, sobretudo, a natureza dessa transformação que faz de um saber o conteúdo de uma apresentação: uma matéria escolar. Isso é o que Bernstein chama de *recontextualização*: uma espécie de realocação de um discurso, um modo de dizer o mundo, selecionado do seu contexto de produção para o contexto pedagógico. Nela, ocorre a reelaboração desse discurso de acordo com demandas que não lhe são próprias e lhe conferem novos contornos e ritmo.

O discurso pedagógico é um princípio para apropriar outros discursos e colocá-los numa relação mútua especial, com vistas à sua transmissão e aquisição seletivas. O discurso pedagógico é, pois, um princípio que tira (desloca) um discurso de sua prática e contexto substantivos e reloca aquele discurso de acordo com seu próprio princípio de focalização e reordenamento seletivos. (BERNSTEIN, 1996, p. 259 apud BORGES, 2000, p. 94)

Como se, retirada do seu contexto próprio de produção, a Biologia se fizesse uma espécie de Biologia nova, mais imaginada do que efetivamente experimentada como os biólogos o fazem. E essa Biologia seriada, subdividida tematicamente, de bordas mais evidentes, mais facilmente disposta à atuação da memória e da inteligência, formulada em composições inabituais, em maior ou menor integração com outras áreas do conhecimento, se constitui como uma Biologia escolar: reflexo de preocupações, segundo Bernstein, tanto *instrucionais*, propriamente didáticas, quanto *reguladoras*, da ordem dos valores.

Forquin, por sua vez, no rastro, crítico, das produções de uma (nova) sociologia do currículo, da qual Bernstein foi um dos pioneiros, fala numa *didatização* por meio da qual a

escola se faz o lugar de uma *cultura escolar*. Tal cultura própria é secundária⁸ em relação à cultura inventiva, sobretudo acadêmica, da qual deriva, “subordinada inteiramente a uma função de mediação didática e determinada pelos imperativos que decorrem desta função” (FORQUIN, 1992, p. 33).

Ele insiste, portanto, na afirmação da distância entre a biologia escolar e a dos biólogos. Porém, aponta para a necessidade de uma abordagem não exclusiva ou prioritariamente sociológica de tal processo, chamando atenção também para o seu caráter epistemológico, através, inclusive, da menção a um conceito próprio do campo da didática, formulado justamente a partir dessa atenção: a *transposição didática*.

Esse foi o caminho conceitual trilhado pelo didata da matemática francês Yves Chevallard.⁹ Na verdade, tal abordagem foi aplicada por ele no contexto do ensino da matemática, repercutindo, posteriormente, com significativo sucesso, em outros campos, como a didática das ciências. E, na verdade, sua origem remete ao trabalho anterior de outro francês: o sociólogo Michel Verret. De toda maneira, é de Chevallard a formulação com que a transposição didática se tornou uma categoria disseminada de leitura da escolarização dos saberes, em sua ênfase mais propriamente pedagógica e epistemológica do que sociológica.

Um conteúdo de saber que tenha sido designado como saber a ensinar sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que vão fazê-lo apto para ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O “trabalho” que transforma um objeto de saber a ensinar em um objeto de ensino é denominado de transposição didática. (CHEVALLARD, 1998, p. 45, tradução nossa)

Na verdade, a transposição didática pode ser pensada desse modo, mais estrito, ou de outro: mais amplo. No último caso, ela é o processo que responde tanto pela conversão dos *saberes sábios*, aqueles produzido pelos acadêmicos, em *saberes a ensinar*, aqueles que se constituem como matérias a serem ensinadas nas escolas, como também pela conversão destes em *saberes ensinados*, aqueles que, de fato, os estudantes apr(e)endem.

A primeira etapa de conversão é chamada de transposição didática *externa*, enquanto a outra, por sua vez, corresponde à versão *interna*. Esta última se dá no contexto de um *sistema didático*, uma tríade formada pelo(a) professor(a), os estudantes e os saberes a serem ensinados.

⁸ Não no sentido de menor, mas de derivada de uma cultura original, primeira.

⁹ O primeiro investimento do autor neste sentido se realizou num estudo de caso em parceria com Marie-Alberte Joshua, e depois foi teoricamente aprofundado em trabalho individual.

Porém, todo sistema didático está inserido em um contexto maior, formado pelo seu entorno social e por outros sistemas didáticos: o *sistema de ensino*.

O entorno social, exigindo da escola que cumpra seu papel de apresentação dos saberes tradicionais, interfere, com seus interesses, disputas e demandas, no funcionamento dos sistemas didáticos. Nos bastidores do sistema de ensino, em que se abrigam os sistemas didáticos, atua uma esfera que justamente medeia a relação entre eles e esse entorno, garantindo a legitimidade da atuação escolar nas suas seleções e transposições: a *noosfera*.

Formada por pedagogos, professores, acadêmicos e todos os, mais ou menos, diretamente interessados e envolvidos na apropriação escolar dos saberes, a noosfera corresponde à interface entre o ensino dos saberes e as exigências sociais. “Ali se encontram aqueles que (...) se enfrentam com os problemas que surgem do encontro com a sociedade e suas exigências; ali se desenvolvem os conflitos, ali se levam a cabo as negociações; ali amadurecem as soluções” (CHEVALLARD, 2000, p. 28, tradução nossa).

Por isso, ela é uma espécie de núcleo operacional da transposição didática, “uma instância essencial para o funcionamento didático, espécie de bastidor do sistema de ensino e verdadeira *peneira* por onde se opera a interação entre esse sistema e o entorno societal” (CHEVALLARD, 2000, p. 28, tradução nossa). Sua ocupação é a medição contínua da distância dos *saberes ensinados* em relação aos *saberes sábios*, dominados pelos especialistas, e ainda em relação aos *saberes banalizados*, de domínio comum.

O distanciamento excessivo entre os saberes sábios e os saberes ensinados é o que Chevallard chama de *envelhecimento biológico* destes. Já a aproximação indevida entre eles e os saberes banalizados é chamado de *envelhecimento moral*. Ambos devem ser evitados pela noosfera na regulação da transposição, uma vez que comprometem a legitimidade da existência da escola. De que ela serviria se o que ensina já não tem relação com a tradição, ou ainda se ensina algo que qualquer um, no seu contexto próprio, já sabe?

A noosfera medeia a relação entre a sociedade e a escola, equacionando seus conflitos e tensões através do desafio de transpor os saberes sábios em saberes a ensinar, cujo mérito do ensino seja reconhecido e legitimado e cujo próprio ensino, pelas transformações que esses saberes inevitavelmente têm de sofrer, se faça possível. Não só existem tensões nos limites pelos quais o entorno e os sistemas de ensino se tocam, mas no interior da própria noosfera: na sua variedade de integrantes e nas diferenças do poder decisório distribuído entre eles.

Chevallard também se põe a reconhecer marcas típicas que o processo de transposição imprime nos saberes. Na verdade, algumas dessas marcas já são impostas pela textualização

dos saberes mesmo no seu contexto de produção, mas se acentuam quando eles são transpostos para o ambiente escolar. Neste, os saberes, por exemplo, em geral, são: *despersonalizados*, tornados anônimos, desligados de seus autores; *descontextualizados*, apresentados sem menção aos elementos do seu contexto de produção; e *dessincretizados*, destrinchados, delimitados por divisões.

É como se, por exemplo, o conceito de fotossíntese, formulado ao longo de tantos anos, através do trabalho de diversos pesquisadores, em contextos diferentes e em articulação com toda uma trama conceitual formada nas relações das Ciências Biológicas entre si (como a Botânica e as Biologias Celular e Molecular), se desprendesse desses vínculos e se tornasse um conceito universal, anônimo, pertencente, em seu detalhamento, a um determinado ponto da sequência temática da Biologia escolar, ainda que possa ser referido em outros pontos. Não é assim que costumamos abordar a fotossíntese na escola?

Porém, não é o caso de desmerecer o tratamento que os conceitos recebem na escola. A transposição não é ruim por si: ela é um imperativo da função escolar. As transformações a que submete os saberes têm relação com caracterizações que o viabilizam como objeto de estudo, como sua adequação a um programa progressivo de aprendizado e à necessidade de uma contínua avaliação desse aprendizado.

Pois a escola nunca ensinou saberes (“em estado puro”, é o que se desejaria dizer), mas sim conteúdos de ensino que resultam de cruzamentos complexos entre uma lógica conceitual, um projeto de formação e exigências didáticas. Deste ponto de vista, as transformações sofridas na escola pelo saber sábio devem ser interpretadas menos em termos de desvio ou de degradação sempre em geração (ainda que isto exista (...)) de que em termos de necessidade constitutiva, devendo ser analisada como tal. Pois, reunindo um currículo, todo conceito científico se integra numa nova economia do saber: ele deve poder designar alguma coisa que possa ser aprendida (um “texto do saber”, diria Chevallard), deve abrir um campo de exercícios para produzir ou permitir conceber sessões de trabalhos práticos... E também características e exigências que não existiam no contexto do saber sábio. (ASTOLFI; DEVELAY, 2012, p. 47)

Inclusive, a transposição didática, tanto na sua face externa, através da noosfera, quanto na interna, pela relação triádica que configura os sistemas didáticos, dá margem a soluções inventivas e interessantes no sentido dessas transformações, na expressão do que Chevallard chama de *criatividades didáticas*.¹⁰ O que se faz necessário é, nos seus próprios termos também,

¹⁰ PERRELLI, 1996, p. 85.

uma *vigilância epistemológica*: uma espécie de prontidão didática em relação à transposição, um acompanhamento cuidadoso de seus mecanismos e efeitos.¹¹

A despeito das diferenças entre a abordagem de Chevallard, mais na direção da didática, e de Bernstein, na direção da sociologia do currículo, em ambas e nos comentários de Forquin e demais, continuadores ou críticos de tais abordagens e até mesmo propositores de outras: vinga a convicção de que as diversas linguagens culturais, ao tornarem-se escolares, enquanto se pretendem as *mesmas*, inevitavelmente tornam-se, em alguma medida, *outras*. Por isso, a discussão de algumas dessas abordagens, embora breve, se encontra aqui. Tal convicção é valiosa quando se escreve um livro (para)didático: ela se escreve junto com ele.

Ao cumprir a demanda social de apresentação do mundo por meio de seus dizeres, a escola se põe no lugar de fiadora da verdade deles. No entanto, apesar das criteriosas validações internas que perfazem cada um de tais dizeres, existe uma disputa das condições de enunciação de verdades, que se transpõe do cenário cultural em sua amplitude para o escolar. Ao exigir da escola uma Biologia fiel àquela dos biólogos, parte a sociedade de que verdade biológica?

Que espécie de dinamismo convulsivo das Ciências Biológicas na relação entre si e com o entorno, epistêmico e social, é encoberto pela bandeira de uma suposta verdade única da Biologia? Em que grau esse dinamismo pode tornar-se uma questão na escola, à medida que a Biologia vá sofrendo uma série de intervenções remodeladoras de ordem estilística e até epistemológica para se tornar escolar? É o próprio Chevallard quem nos ajuda a reverberar tais perguntas:

A legitimidade de qualquer instituição de ensino deriva em parte de sua promessa de representar fielmente o conhecimento que pretende ensinar. Neste sentido, a instituição de ensino deve agir em nome da sociedade. Mas a própria sociedade não funciona como uma única peça. Em quase todos os casos, pelo menos alguns segmentos da sociedade irão definir e proclamar visões sobre o conhecimento a ser ensinado. Essas visões, muitas vezes, estarão em desacordo - simplesmente pela forma como o conhecimento em questão é utilizado, ou mais geralmente, pela forma como as pessoas se relacionam com ele, a qual se difere de um segmento para o outro, ou seja, de uma prática social para a outra. No cumprimento da sua missão, o sistema de ensino é, portanto, obrigado a entrar em acordo com pontos de vista divergentes. E vai fazê-lo através da imposição sobre a sociedade de uma versão comum e autorizada do conhecimento a ser ensinado.

Este, deve ser enfatizado, é um plano um tanto inviável. E, caso fosse realizado com sucesso, isso resultaria em uma façanha de violência simbólica. Não haveria sintonia com as opiniões e representações dos diversos grupos sociais aos quais as instituições de ensino idealmente devem fidelidade. Ao simplesmente realizar sua tarefa, o sistema de ensino certamente não irá corresponder às expectativas da sociedade. Longe de satisfazer suas *demandas*, quando se proclama a sua lealdade

¹¹ PERRELLI, 1996, p. 86-87.

para com ela, vai ao mesmo tempo, inevitavelmente, e secretamente, *traí-la*. (CHEVALLARD, 2014, p. 13, tradução nossa)

A sociedade parece esperar que a Biologia escolar seja fiel às Ciências Biológicas. No entanto, ela é, e só o poderia ser, pela natureza mesma da escola, em certa medida, fictícia. Talvez seja o caso de a Biologia escolar, ao afirmar-se como ficção¹², tornar-se, nisso mesmo, a mais fiel possível à Biologia dos biólogos, igualmente fictícia na sua vontade de verdade. Afinal, “(...) a ficção é a nossa mais profunda realidade, pois falar em realidade é falar em ficção e também em metaficção” (AQUINO; CORAZZA; ADÓ, 2018, p. 11).

Não se trata da afirmação de um relativismo perigoso, mas da assunção de que há um permanente jogo de afirmação de sentidos, de criação e recriação da Biologia no âmbito da sua produção e aplicação, havendo também um jogo do mesmo tipo, mas submetido a outras regras, no âmbito do seu ensino. Chame-se ou não a atividade escolar de transposição didática, é válido, de toda maneira, reconhecer juntamente com Chevallard a importância da identificação desse jogo, de modo que se possa jogá-lo com atenção vigilante.

No entanto, o próprio Chevallard, ao falar em transposição didática, mesmo sinalizando para suas faces externa e interna, parece se ocupar mais da primeira e não tratar com igual atenção o possível protagonismo docente nesse processo. Do mesmo modo, o faz Bernstein, tratando da recontextualização, e apontando para um *campo recontextualizador oficial*, formado pelas instâncias reguladoras do Estado, e outro *pedagógico*, formado pelas instâncias de pensamento educacional ligado à pesquisa e à formação de professores.¹³

Porque a experiência de formação, a partir da escrita de um livro, que (me) revelo aqui enquanto disorro, corresponde a uma vontade clara de participação na reelaboração escolar da Biologia é que se (me) faz necessário insistir, sem descartar as contribuições dos autores citados e seus comentadores, no termo *tradução*. Porém, assumindo sua consistência conceitual, agora, junto a uma *didática da tradução*, proposta pela professora e pesquisadora Sandra Mara Corazza.

Partindo de sua habitual inventividade, de inspiração deleuzeana, ela formulou esse campo conceitual em diálogo com uma rica compreensão de tradução desenvolvida na teoria literária, a partir da preocupação tradicional que esse saber tem com o estudo e a prática dessa operação. Especialmente em diálogo com o poeta, ensaísta e tradutor Haroldo de Campos, cuja dedicação a pensar a tradução no plano dos textos literários, sobretudo da poesia, o levou à

¹² “(...) toda ficção (interpretação, intervenção) é determinação de sentido” (CORAZZA, 2013, p. 154).

¹³ LEITE, 2004, p. 42.

afirmação, reconhecidamente enriquecedora, dela como *crítica* e *criação*: como aquilo que depois ele acabou batizando de *transcrição*.

Segundo Haroldo, em seu próprio diálogo com uma série de outros tradutores e teóricos, pois que todo autor está sempre em diálogo, nem que seja em desacordo: a tradução é, antes de tudo, uma leitura dedicada e atenta. Traduzir exige, portanto, compreender profundamente um texto: suas configurações, seu ritmo, seus sinais e sentidos, sua origem, sua presença no cenário cultural. Desse modo é que um tradutor é um crítico: justamente porque se dedica a esse mergulho na consistência textual.

A tradução de poesia (ou prosa que a ela equivalha em problematicidade) é antes de tudo uma vivência interior do mundo e da técnica do traduzido. Como que se desmonta e se remonta a máquina da criação, aquela fragílima beleza aparentemente intangível que nos oferece o produto acabado numa língua estranha. E que, no entanto, se revela suscetível de uma vivissecção implacável, que lhe revolve as entranhas, para trazê-la novamente à luz num corpo linguístico diverso. Por isso mesmo a tradução é crítica. (CAMPOS, 1976, p. 31)

No entanto, mesmo tal empenho crítico na compreensão do texto não resolve o problema que está no cerne do ato de traduzir: a existência de uma espécie de intervalo entre duas línguas e, nele, a impossibilidade de que um texto em uma delas possa ser efetivamente reproduzido na outra. Por isso, além de crítica, a tradução tem de ser também uma criação. “Admitida a tese da impossibilidade em princípio da tradução de textos criativos, parece-nos que esta engendra o corolário da possibilidade, também em princípio, da recriação desses textos” (CAMPOS, 1976, p. 24).

O tradutor tanto lê cuidadosamente o texto original, em um esforço de compreensão de seus elementos constituintes, dos limites de sua totalidade e até de suas possíveis articulações em um con-texto, quanto, preparado por essa leitura, re-cria-o, em um texto traduzido, refazendo seus contornos em um novo espaço linguístico. Enquanto aprendiz e artífice em um mesmo lance, ele se firma e afirma como um intérprete: um trans-criador.

A invenção do termo *transcrição* por Haroldo não é gratuita e contribui justamente para o entendimento da elaboração didática que se quer desenhar aqui. Apesar de o conceito de tradução, no contexto didático, pretender certo desvio do de transposição, ambos os termos são próximos etimologicamente, abrigando o sentido, original, de um *levar através*, de um atravessamento que é deslocamento de um ponto a outro. O neologismo de Haroldo guarda, pelo prefixo *trans*, o sentido comum de travessia, mas acentua seu caráter produtor.

Inclusive, *produção* compartilha com *tradução* a origem no termo latino *ductio*, que quer dizer algo como *levar*. Enquanto *tradução* é *levar através*, qual seja, *deslocar*, *transferir*,

produção é levar adiante, sendo, por sua vez, *estender, desenvolver*. Nesse sentido é que a criação é uma produção e, no caso da prática da transcrição, ela sucede a uma crítica. *Crítica*, pela sua origem grega no termo *krimein*, está relacionada à *quebra*.¹⁴ Assim, a transcrição, enquanto crítica e criação, é um atravessamento que supõe quebra e produção, ou, nos termos de Haroldo, desmontagem e remontagem.

Os textos poéticos, de fato, encarnam de forma mais aguda o drama da tradução textual, uma vez que se trata de levar em conta não só sentidos, mas os próprios signos, em seu arranjo, sobretudo, sonoro. No entanto, as considerações de Haroldo podem também ser estendidas a outros casos. O mexicano Octavio Paz, outro importante poeta, ensaísta e tradutor, afirma justamente que a problemática da tradução não é restrita à poesia. “Em todos os casos, sem excluir aqueles em que somente é necessário traduzir o sentido, como nas obras científicas, a tradução implica uma transformação do original” (PAZ, 2009, p. 15).

Na tradução, independentemente da área, sempre se repete, em alguma medida, o ideal da tradução poética, que, segundo Paz, foi muito bem expresso pelo poeta francês Paul Valéry, com quem Corazza também dialoga de forma especial: “produzir por meios diferentes efeitos análogos” (PAZ, 2009, p. 27). A criação operada na tradução, na qualidade de transcrição, não deve, claro, ser irresponsável, descuidada, desprezada por completo do texto original. Por isso é que a tradução não é apenas criação, mas também crítica: ancorada, portanto, em uma leitura atenta, por meio da qual os *efeitos* originais possam ser compreendidos.

No entanto, a re-produção deles em outro texto, ou seja, por *meios diferentes*, pressupõe necessariamente uma produção. Por se tratar de outro texto, os efeitos só podem ser análogos, irrompendo no texto traduzido, em sua totalidade distinta, de modo a guardar alguma relação de proximidade com a irrupção observada no texto original: uma proximidade na distância. Porque a língua é outra, os efeitos, para serem próximos, têm de ser criados: dentro dos limites reconhecidos na leitura, mas criados. “Tradução e criação são operações gêmeas” (PAZ, 2009, p. 27).

E o que a escola tem que ver com tudo isso? Justamente tudo. Uma vez que sua tarefa legítima e própria não é senão uma contínua operação de tradução. O que a escola faz, ao transformar o que se diz em uma linguagem cultural qualquer, como a biológica, em algo (o *mesmo* algo) que se diga em uma linguagem escolar (e algo *outro*), não deixa de ser uma tradução, como crítica-e-criação: uma transcrição.

¹⁴ Esta é também a origem da palavra *crise*.

Como um ato transcriador, educar não se reduz a transpor – de um lugar, de uma fonte, de alguém a outro – um pensamento, um saber, um conteúdo, uma forma ou uma matéria, como se fossem coisas. Educar consiste num processamento vital, que reinterpreta – em termos de linguagem e silêncios, políticas e culturas, valores sociais e fatos temporais – aquilo que é, por sua vez, produzido em áreas tão amplas, como (...) a ciência, a arte e a filosofia. (CORAZZA, 2016 B, p. 8)

Uma didática transcriadora aponta para uma afirmação e experimentação enfática do caráter criador do processo de escolarização: ênfase maior do que os conceitos de recontextualização e transposição didática parecem, a princípio, deixar entrever. Enquanto estes também parecem estar mais voltados para as instâncias de elaboração didática externas e anteriores à instância última e íntima da sala de aula, é nesta que uma didática transcriadora pode, sobretudo, se demorar, interessada justamente na participação dos professores em sua realização. Afinal, como diz Corazza:

(...) para constituir um currículo, nós, professores – se não delegarmos esta tarefa a outros, como o estado, o governo, a universidade, a indústria do livro –, capturamos porções das culturas; apreendemos saltos de sentidos das matérias e fazemos nós nas linhas das disciplinas; estancamos fluxos da tradição; crivamos porções da ciência, da arte e da filosofia (Deleuze; Guattari, 1992); escolhemos e inflexionamos autores, textos, obras, conteúdos, formas, signos (...); valorizamos subjetividades e ideias, técnicas e instrumentos, verdades e certezas. (CORAZZA, 2016 B, p. 7)

Não se trata de negar o poder dessas instâncias outras, o que seria ingênuo, mas de não deixar que o reconhecimento do seu poder encubra a potência possível da ação, também tradutória, dos professores. A atividade docente é aquela que, no fim das contas, garante, no dia a dia, na concretude implacável do dia a dia, que a escola cumpra seu papel de apresentação dos dizeres do mundo, dizendo-os ao seu modo.

Somos nós que, em acordo ou dissonância, ou em variadas combinações de ambos, com as políticas públicas, com as pesquisas educacionais, com o mercado de produção de recursos didáticos, a partir disso, lá na ponta do processo, falamos, por meio do idioma escolar, no qual nos especializamos, as linguagens do mundo. É através da nossa presença em corpo e pensamento, afeto e discurso, através do hálito de nossa voz que essas linguagens se dizem.¹⁵

No dizer de tais linguagens, uma tradição se constitui: uma espécie de enquadramento, regulado e legitimado, por meio do qual vamos dizendo o mundo, ou deixando que ele se diga em nós. Não se diz qualquer coisa na escola. A tradução é, por isso, uma relação com a tradição. Nesse sentido, justamente pesa o poder regulador do Estado, dos discursos pedagógicos

¹⁵ “(...) nem bem acabamos de traduzir, de modo curricular, deslocamos este resultado tradutório para a cena da aula – que é sempre dramática, por se tratar, ali, da qualidade diferencial do humano” (CORAZZA, 2016 B, p. 7).

formais, das comunidades acadêmicas e outros segmentos interessados, que conformam aquilo que a escola diz, as matérias escolares, a partir do reconhecimento e da concomitante produção de certa tradição no seio da cultura.

Mas é na sala de aula efetivamente que a tradição pode, de maneira mais aguda, se fazer atual, ou mesmo urgente, se acender ou avivar, pois, “quando ensinamos, traduzindo, tomamos as heranças, como tradição viva, que dão o que pensar, e assumimos a concomitante responsabilidade de traduzi-las como não mortuárias” (CORAZZA, 2015, p. 7). Não se quer, aqui, negar as restrições prévias que a ação docente sofre, mas ressaltar as respostas possíveis a elas: em confirmações, sabotagens e subversões, ainda que mínimas. Na escola, pela ação docente é que a tradição, ao ser apresentada para as novas gerações, pode se revestir de certo frescor.

E como atualizar a tradição senão por meio de uma interpretação? Um professor é um intérprete. Em outras palavras, trata-se de ser primeiramente um leitor crítico da tradição a que se filia: um conhecedor ávido da linguagem que traduz. Como traduzir o que não se conhece? Como escrever sem ter lido? Porém, sua leitura, verdadeiramente conhecedora, tem de ser ativa, atenta, alerta mesmo para o que há no conjunto textual da tradição: de fundamento e detalhe, de certeza e vertigem, de distinção e relação.

Além de povoarem o domínio curricular e didático, que é trans-histórico, as matérias, que resultam das traduções docentes, são sempre críticas; desde que expressam uma forma de interpretação dos autores, textos, ideias, *epistemés*. Como professores-tradutores, relemos e reescrevemos o existente, mediante uma atitude crítica, que exige compreensão e superação das matérias originais, lendo e escrevendo entre linhas; atentando para singularidades menos transparentes; decompondo-as de fora para recompô-las por dentro – dentro que é coextensivo ao fora (o que pode ser chamado tempo). (CORAZZA, 2016 B, p. 11)

Somada a esse esforço crítico, em seu íntimo, se dá uma vontade criadora. Está nisso, portanto: um ler para escrever, qual seja, uma leitura que se faz em um contexto de escritura e se (re)faz (em) escrita. Trata-se de um processo, único e duplo, de leitura-e-escrita, amalgamadas, ou, nos termos de Corazza, uma *escrileitura*, na qual “experimentamos variações transculturais, através de inflexões, apagamentos, seleções, destaques, complexificações, facilitações, manutenção de estilo, reviradas de padrão” (CORAZZA, 2016 B, p. 10-11).

Justamente a partir de tal experimentação de minha ação docente, antes mais intuída, em direcionamento desejante, e agora, enquanto escrevo aqui, mais esclarecida, em maior consolidação teórica, é que se fez possível a escrita do livro. Não como simples transmissão de uma linguagem acadêmica, mas como exercício poético de liberdade: de uma liberdade autoral,

vivida nos limites de uma atenção responsável a essa linguagem de referência, biológica no caso, e da obediência ao imperativo de atualizá-la como escolar.

É assim que a didática da tradução transcria os currículos, fazendo a diferença, como uma crítica-clínica do pensar e do viver: fornece um roteiro fabulador de como educar-traduzir, sob o signo da invenção; e diagramatiza o mapa do mundo, por meio da alegria de ler e da liberdade vital de escrever. (CORAZZA, 2015, p. 12)

Escrever esse livro foi (é) vivê-lo como a experiência, tornada mais lúcida e árdua, da docência como tradução. O que se põe na mesa aqui é a feitura de um livro que, por sua vez, põe na mesa a questão do conceito de vida e, com ela, certo modo de lidar com a dimensão biológica do mundo na escola. O que está posto, portanto, não é apenas a discussão sobre a natureza do fenômeno da vida, ou do conhecimento biológico, mas também esse *pôr na mesa*, tipicamente escolar, que um(a) professor(a) realiza: como seu forçoso e festivo ofício.

Ofício, e desafio, a que se pode chamar de poético. Não num sentido estrito, propício à desconfiança equivocada que se costuma reservar à poesia. No sentido mais largo e potente, original: da *poiesis* grega como feitura e criação. “Viver poeticamente a docência requer, como se vê, movimentar gestos que amalgamam leitura, escrita e tradução” (AQUINO; CORAZZA, 2018, p. 10). Assim, *A espessura do vivo* é a espessura de uma escrita poético-tradutora: em que me (dis)ponho e sou (dis)posto, enquanto professor e, por isso, escreitor e transcriador, na Babel escolar, no que ela persistentemente tem de habitável.

3.2 Como dizê-las através de um livro?

Professores, na qualidade de transcritores, são tanto leitores curiosos e dedicados dos textos de uma linguagem de referência quanto escritores-tradutores dela para a linguagem escolar. “No escopo dos procedimentos didáticos de que inexoravelmente se vale, a vida docente é composta de movimentos de leitura e de escrita na agitação de traduções criadoras” (AQUINO; CORAZZA; ADÓ, 2018, p. 6). Sua escreitura tanto pode resultar, em sentido mais restrito, em uma espécie de curadoria dos textos didáticos previamente escritos, quanto, em sentido mais estendido, na escrita de novos textos, de autoria própria.

O uso de textos didáticos escritos por outros autores, na verdade, é mais do que uma curadoria. Não se trata apenas de reunir tais textos e organizá-los em uma dinâmica de conversação com os estudantes, o que, por si só, não é pouco, mas está em jogo uma intervenção tal que acaba por reescrevê-los.¹⁶ “Por exemplo, a seleção de conteúdos é tarefa do professor; ele pode introduzir uma unidade de ensino que não existe no livro ou deixar de abordar um de seus capítulos. Pode realizar retificações ou propor uma abordagem diferente” (BIZZO, 2002, p. 66).

De qualquer maneira, há outro sentido, mais literal, em que a escreitura se resolve inteiramente como escrita: uma escrita de textos autorais. É dele que *A espessura do vivo*, como livro (para)didático sobre o conceito de vida, se faz experiência. Ler para escrever. Escrever para pôr em questão. O que é um livro (didático) senão algo que, ao ser aberto, faz se abrirem, com ele, questões? Nem tanto uma lista de perguntas ou um compêndio de respostas. Mas um modo de pôr o mundo, sua concretude cotidiana, em questão: o que quer dizer, em aberto.

Um livro, de fato, é (pode ser) um dispositivo de provocar estranhamentos por meio da sua matéria-prima: a linguagem escrita. É, nela, a partir dela, a escrita, que as questões se expõem: seus (sobre)saltos. Essa escrita é realizada por alguém, seu(sua) autor(a), e retomada, depois, por outros, os leitores. Entre eles, o que se dá? Um fluxo, alguma espécie de vínculo, uma convergência: uma conversa. Autor(a) e leitores, por meio do livro, se tornam próximos, ainda que distantes: parceiros, mesmo se desconhecidos. “Educar é conversar com desconhecidos, sim” (SKLIAR, 2014A, p. 204).

¹⁶ “Escolha e uso de livro didático precisam resultar do exercício consciente da liberdade do professor no planejamento cuidadoso das atividades escolares, o que reforçará a posição de sujeito do professor em todas as práticas que constituem sua tarefa docente, em cujo dia-a-dia ele reescreve o livro didático, reafirmando-se, neste gesto, sujeito de sua prática pedagógica e um quase co-autor do livro” (LAJOLO, 2008, p. 9).

Se um livro é uma conversa, ou, ao menos, este é seu ideal, ele é, na sua materialidade própria, modesta, de páginas e letras, o lugar de um encontro: o recorrente e promissor encontro entre autor(a) e leitores. No caso de um livro (para)didático, escrito por um(a) professor(a), trata-se do encontro deste(a) com os estudantes, para além do encontro físico, costumeiro, deles no espaço da sala. É o encontro de suas vozes: da voz de quem escreve e da voz de quem lê, porque também é com a voz que se lê. Não se trata, claro, de ler ou não em voz alta, mas de viver a leitura como um diálogo e o pensar como dizer.

Dessa maneira, um livro didático, escrito, como qualquer livro, sob o imperativo de uma conversação, corresponde a um diálogo de seu(sua) autor(a) com os estudantes, na língua própria com que se fala com eles na escola, tendo em vista lhes apresentar o mundo. Esse diálogo pode se dar nos limites espaciais e temporais da aula ou fora deles: onde quer que estejam os estudantes e o livro. E, pela presença habitual do livro didático na dinâmica escolar, de fato, se pode supor que tal diálogo, mesmo fora da sala de aula, seja recorrente.

Diante de sua destinação aos estudantes, no contexto da contínua (re)formulação de uma linguagem escolar, é possível reconhecer, no livro didático, algumas marcas típicas que procuram garantir sua eficiência. Há certo modo de organização dos temas e estruturação dos textos em uma formatação, de fato, reconhecível. São marcas que estão necessariamente, de algum modo, em jogo quando se pretende escrever um livro, seja ele didático ou paradidático.

Inclusive, a diferença entre esses dois materiais se mostra, em tese, no fato de o primeiro ser um recurso de uso mais frequente, central e definidor das sequências temáticas e do modo como elas são abordadas ao longo dos programas curriculares. Um livro paradidático ocuparia, portanto, um lugar mais anexo nestes programas, o que o liberaria para uma formatação e um uso mais livres. Em geral, ele está relacionado ao possível aprofundamento de algum tema.

Livros paradidáticos talvez sejam isso: livros que, sem apresentar características próprias dos didáticos (seriação, conteúdo segundo um currículo oficial ou não etc.), são adotados no processo de ensino e aprendizagem nas escolas, seja como material de consulta do professor, seja como material de pesquisa e de apoio às atividades do educando, por causa da carência existente em relação a esses materiais. (MUNAKATA, 1997, p. 103)

É em meio a esse esboço de definição que me situo, sobretudo, por seu caráter funcional, uma vez que coloca os livros paradidáticos, como o próprio nome indica, em condição paralela à dos didáticos, a despeito do possível surgimento dessa nomeação em um contexto de

demandas do mercado editorial.¹⁷ Inclusive, a experiência formativa e escritora aqui discutida é indiferente à possível relação entre a produção de livros paradidáticos e a lógica de mercado, uma vez que esta pode vislumbrar na sua publicação a ocupação de um nicho comercial não ocupado pelos livros didáticos.

Dois pontos merecem atenção ainda. Primeiramente, mesmo aceitando que “o que define os livros paradidáticos é o seu uso como material que complementa (ou mesmo substitui) os livros didáticos” (MUNAKATA, 1997, p. 103), não interessa, aqui, insistir em uma crítica feroz destes. Ainda que toda transcrição pressuponha a crítica e, claro, a escrita de um livro paradidático, por sua natureza, corresponda também a uma leitura crítica dos livros didáticos, no mínimo detectora de sua insuficiência, tal movimento não precisa, no entanto, desembocar em uma rejeição irrestrita.

A escrita de *A espessura do vivo* foi precedida, inclusive, por um esforço de leitura e estudo em dois sentidos. Tratou-se de uma pesquisa acerca do debate acadêmico sobre o conceito de vida: seus principais rumos, seus alcances, suas polêmicas. E tratou-se também de um breve levantamento das abordagens dessa questão por livros didáticos no ensino médio.¹⁸ Portanto, fez parte do processo de escrita não só o direcionamento do olhar para a cena acadêmica em relação ao tema, como também para a cena escolar típica, por meio dos livros didáticos.

Escrever um livro sobre o conceito de vida abriga, no seu íntimo, o entendimento e a afirmação de que se pode falar sobre isso na escola de um modo que não se tem falado, ao menos suficientemente: especialmente nos livros didáticos. No entanto, não me interessa a indicação de uma recusa total de tais livros. Não me parece necessário deixar de afirmar um livro paradidático como um recurso que pode ser usado em articulação, complementar ou mesmo dissonante, com o livro didático, ainda que possa também prescindir do uso deste.

Em minha experiência pessoal no magistério, a escrita de textos didáticos autorais vem substituindo, faz um tempo significativo, o uso dos livros didáticos, e justamente nessa vivência foi que se fez possível escrever um livro paradidático. No entanto, não se trata, aqui, de sugerir como regra geral uma orientação particular. O que me cabe é comentar essa vivência e seu aguçamento ao longo de minha formação atual como apontamento de uma possibilidade,

¹⁷ MUNAKATA, 1997, p. 102.

¹⁸ Tanto a pesquisa sobre a discussão acadêmica quanto o levantamento sobre as abordagens didáticas se encontram nas seções 5.1 (*Como a biologia se pergunta pela vida?*) e 5.2 (*Que diferença faz se perguntar pela vida na escola?*) respectivamente.

generalizável, que o uso costumeiro e muitas vezes irrefletido dos livros didáticos pode encobrir.

Interessa, isso sim, desmentir a necessidade de que os professores, em seus planejamentos, suas seleções, abordagens e encaminhamentos práticos, estejam, de certa forma, amarrados aos rumos previamente traçados pelos livros didáticos. Afinal, “(...) muitas vezes ele é a única referência para o trabalho do professor, passando a assumir o papel de currículo e de definidor das estratégias de ensino, interferindo de modo significativo nos processos de seleção, planejamento e desenvolvimento dos conteúdos em sala de aula” (FRISON; VIANNA; CHAVES; BERNARDI, 2009, p. 7).

Como suporte do processo didático, eles são valiosos, mas não obrigatoriamente determinantes, podendo ser, em termos de seus inúmeros aspectos, confirmados ou confrontados, complementados, remodelados. A extensão tradicional de seu uso e o mais que possa contribuir para sua presença disseminada na cena escolar não devem se sobrepor à liberdade poética docente. Um livro paradidático, como alternativa eventual aos livros didáticos, pode justamente estar a serviço dessa afirmação.

Além disso, a maior liberdade, temática e formal de um livro paradidático não o libera dos compromissos próprios de sua inserção no contexto escolar e, portanto, do cumprimento de, ao menos, algumas das exigências formais a que os livros didáticos, em geral, estão submetidos. *A espessura do vivo* nasceu desse esforço, intuído e pretensamente planejado, de reconhecimento de algumas dessas marcas dos livros didáticos, nasceu também do aporte transbordante da memória em relação à minha trajetória estudantil e, portanto, de relação com esses materiais de ensino.

Inclusive, foi (e é) nesse transbordamento que me veio (e vem) ao longo da escrita a recordação do entusiasmo de abrir um novo livro didático, de descobrir nele as coisas por aprender: de certa alegria tátil e motivação para o estudo que podem estar envolvidos no seu manuseio. Portanto, em diálogo com essa contribuição contundente da memória, é irrecusável apontar para a dimensão passional da escrita e da leitura.

Um(a) leitor(a) verdadeiramente envolvido(a) com sua leitura, que já a tenha vivido como uma experiência vivificante, afirmadora, prazerosa, pode reconhecer nesse gesto, no seu cerne, a existência de certa potência existencial que se manifesta também como algo da ordem da paixão. Não é apenas à inteligência que a leitura apela, mas ao leitor em sua inteireza, do que decorrem suas repercussões afetivas. “A leitura intensa e criativa deflagra um complexo

exercício interior. Ao ler, ponho em ação os sentimentos, a vontade, a memória, a imaginação, a inteligência” (PERISSÉ, 2011, p. 7).

Acredito, portanto, que existe certo *páthos* da leitura, como o há também em relação à escrita, na experiência, autoral, de uma escritura íntegra e interessada, não só crítica, mas desejante. Para além de se escrever com cuidado crítico, atento à correção do que se diz, também se pode escrever de modo apaixonado: pelo que se diz, pelo fascínio com o que se diz, pelo envolvimento com o dizer mesmo. Leitura e escrita podem ser apaixonadas e apaixonantes.

A linguagem científica, em sentido estrito, a linguagem dos biólogos, por exemplo, nos seus espaços oficiais de expressão, sofre intensas e significativas restrições no sentido de garantir sua característica sobriedade e, com ela, sua confiabilidade. No entanto, em espaços extraoficiais, como nos livros de uma série de cientistas que se fizeram escritores, emerge, de modo evidente, o envolvimento passional dos estudiosos com seus assuntos.

Ernst Mayr, Richard Dawkins, Stephen Jay Gould, François Jacob são alguns dentre inúmeros exemplos. Não é incomum, nas ciências biológicas, a produção de livros a partir de uma vontade escritora, tradutória, de expressão das ideias científicas fora do círculo restrito da escrita acadêmica mais radical: pela sua beira, integrando aquilo que se costuma catalogar como divulgação científica¹⁹. No século XIX, no entanto, mesmo nas publicações oficiais, se podia (e pode) ver (ler) a paixão dos seus autores de modo explícito, até em passagens francamente poéticas, como é o conhecido caso de Charles Darwin em *A origem das espécies*.²⁰

Nessa possível vinculação entre a paixão da leitura e a paixão da escrita, na qual esta pode contribuir para o despertar daquela, na pretensão e no esforço da promoção desse vínculo, dessa comunicação afetiva é que *A espessura do vivo* se encontra. É um livro que se quis inspirado nos livros de divulgação científica, como os dos autores já citados, e, por isso, devedor da experiência comunicadora e passional que eles materializam.

Acrescente-se à paixão pelo tema, no caso, o conceito de vida, a paixão pela escola no cumprimento de seu papel: em sua existência inquieta, múltipla e vivaz. Trata-se, pois, de uma

¹⁹ Os textos de cientistas destinados a um público não especialista não esgotam a produção a que se chama de divulgação científica, que pode se estender, por exemplo, ao caso de artigos, revistas e livros escritos por jornalistas, programas televisivos e exposições museológicas. Inclusive, essa diversidade faz da divulgação científica um campo complexo e de diferentes possíveis definições (NASCIMENTO, 2008, p. 8-24).

²⁰ Um das mais citadas passagens dessa obra de Darwin, suas últimas palavras nela, ilustra bem certo tom passional com que ele aborda suas questões ao longo do livro: “Há grandiosidade neste modo de conceber a vida, com seus diversos atributos, como algo originalmente soprado em poucas formas ou em apenas uma; e é igualmente grandioso saber que, enquanto este planeta gira de acordo com a lei fixa da gravidade, de um começo tão simples infinitas formas, as mais belas e maravilhosas, tenham iniciado a partir de uma origem muito simples, e mantenham sempre em marcha sua evolução” (DARWIN, 2018, p. 479).

escrita nascida do desejo de falar sobre um assunto, com uma curiosidade apaixonada por ele, resolvida na conversa leitora com vários autores, e de falar com os estudantes, em um processo, criador, de passagem da leitura à escrita, permeado também pela paixão própria do estudo e da oportunização docente do estudo. Há, nela, uma recusa a certa *secura formalista*.

A dificuldade ou impossibilidade de conversa na educação tem a ver, em boa medida, com o esvaziamento da linguagem pedagógica e seu desprendimento do mundo dos afetos, das afeições (...) Como se a conversa educativa não estivesse feita com nossas palavras, como se a nossa voz se apagasse para dar lugar a outra voz mais cerimonial ou mais distante ou mais tecnicada: (SKLIAR, 2014A, p. 205)

Esse caráter passional faz parte do processo de escrita e pode se desvelar em certa fluidez da linguagem textual, certo aplainamento dos desníveis demasiadamente abruptos, comuns em um texto, um caminho textual, estritamente acadêmico.²¹ Qualquer coisa dessa paixão escritora pode resistir no texto, de modo extremamente difícil de descrever, surgindo, ao longo de sua leitura, como um permanente e discreto convite a que o leitor se demore nela.

A mobilização dessa paixão pode constituir uma educação do interesse, no sentido da suscitação e da convocação deste ao longo da própria leitura, sem necessariamente se esperar que os estudantes estejam espontaneamente motivados ou que se tenha de trabalhar, para cada tema tratado, em favor de uma indispensável motivação prévia deles.²² Afinal, “(...) não devemos esquecer que o interesse também se cria, se suscita e se educa e que em diversas ocasiões ele depende do entusiasmo e da apresentação que o professor faz de uma determinada leitura e das possibilidades que seja capaz de explorar” (SOLÉ, 1998, p. 43).

Foi a essa retórica, pretensamente apaixonante, a exemplo dos grandes biólogos escritores, e de qualquer grande escritor, a que, dentro de meus limites, mais modestos, me dediquei. Isso, claro, na continuidade de um exercício de linguagem a que venho me dedicando desde que optei, em minha vivência do magistério, pela produção de textos didáticos próprios. *A espessura do vivo* pode, por isso, ser pensado como o ensaio de maturação desse esforço de consolidação de uma conversação provocadora por meio dos textos.

²¹ “A linguagem das ciências se apresentaria, assim, como uma moeda de duas faces: de um lado sua lexicogramática característica facilitaria a comunicação em ciências, a apresentação de informações, o desenvolvimento da argumentação; de outro lado, esta mesma lexicogramática tornaria a linguagem das ciências densa, repleta de termos técnicos, cheia de ambiguidade, de abstração e de descontinuidade semântica” (NIGRO, 2007, p. 47).

²² “Aos alunos não é preciso motivá-los, é preciso interessar-lhes e exigir-lhes” (LARROSA; RECHIA, 2018, p. 68).

É preciso, inclusive, partindo da afirmação da leitura como afecção, re-afirmá-la como conversa. Os relevos textuais não podem ser demasiadamente hostis, de modo a gerar confusões infecundas e impossibilidades de prosseguimento. Porém, não podem também se restringir a planícies, previsíveis e dispensáveis, sem se fazer o lugar, aventuroso, de uma travessia, em que o leitor se perceba indo a lugares diferentes de onde partiu ao começar a leitura. Nem academicismo, nem didatismo.

A escrita de um livro, sobretudo escolar, exige de seu(sua) autor(a) uma dosagem precisa de leveza e solidez, oferta e cobrança. Desse modo, o texto pode se fazer um convite e uma convocação, aos quais os estudantes se sintam instigados a aceitar, como um dom e, ao mesmo tempo, um desafio: como o dom de serem desafiados a se reinventarem, com a reinvenção possível do mundo pelo aprendizado de novos modos de dizê-lo. De fato, é nessa extensão, com essa gravidade, que se apresenta a tarefa autoral.

Para ser efetivamente uma conversa, o texto tem de acreditar em seus leitores, estando, apesar de já escrito e, por isso, fechado, também inusitadamente aberto: disponível para ser interpretado e, com isso, re-escrito. Tal re-escrita inclui não só aceitações e confirmações, mas dúvidas, recusas, recortes. “É que estamos demasiado habituados a pensar a conversa como um idílio, como um intercâmbio equilibrado, pausado, austero, consciente, particularmente caracterizado pela harmonia das vozes, dos corpos e das mentes” (SKLIAR, 2014A, p. 206).

Na introdução de *A espessura do vivo*, diferentemente, se encontra o convite para que os estudantes o leiam dialogando, ou seja, estando livres para concordâncias ou para desconfianças a serem resolvidas em pesquisas, para desdobramentos a partir, ou não, de suas sugestões.²³ Há, inclusive, a indicação da possibilidade de subversão da ordem dos capítulos, em uma tentativa de declarada assunção da leitura como atividade e não apenas submissão.

Os capítulos têm como título perguntas, o que também não é gratuito. O plano foi fazer do livro uma espécie de percurso de perguntas, todas relacionadas à pergunta central pelo que é a vida. Com essa insistência formal nas perguntas, acredito apontar não apenas para a complexidade e pluralidade das respostas que a pergunta pela vida nos vem suscitando na Biologia, mas também para o necessário protagonismo a ser vivido por todo bom leitor. São perguntas a serem tomadas pelos leitores e respondidas por eles, através do livro, com ou contra ele, conforme o aspecto em questão.

²³ “Ler é, pois, interrogar as palavras, duvidar delas, ampliá-las. Deste contato, desta troca, nasce o prazer de conhecer, de imaginar, de inventar a vida” (YUNES, 1995, p. 188).

As perguntas também, de algum modo, retratam certo clima aventuroso que o livro pretende ter, no sentido de não se dispor a dar respostas fechadas, uma vez que a pergunta central se formula em respostas plurais e concorrentes, que são apresentadas sem que se apresente juntamente a escolha prévia por uma delas em detrimento das outras. É como se tais respostas, inundando a leitura, convocassem os leitores a fazerem, por eles mesmos, em diálogo com o livro, esse juízo e escolha.

Por isso, por essa necessária participação dos leitores, pela sua contribuição na destinação do livro enquanto desdobramento da pergunta pela vida, não há como estes saberem de pronto exatamente aonde a leitura os levará. Dessa maneira, é menor a chance de que a leitura se faça a experiência do cumprimento tedioso de uma tarefa e maior o incentivo para que o livro não seja lido como se lê um manual técnico.²⁴

E assim, em meio à irrupção de suas perguntas, o texto do livro vai se insinuando mais como um ensaio do que como um tratado ou artigo científico, ou algum texto sistemático, como o são, hoje, de modo geral, os textos acadêmicos.²⁵ “Escrevemos um ensaio, portanto, como pretexto, isto é, como uma escrita que se relaciona mais com a aventura intelectual, com o labirinto que surge da problematização permanente, com o enigma sempre curvo, com a atitude da suspeita (...)” (SKLIAR, 2014B, p. 94).

Outra peculiaridade significativa de *A espessura do vivo* é seu caráter aforístico: expresso em parágrafos geralmente curtos e numerados. Além de se tratar de uma escolha autoral de ordem estilística, tal configuração parece ter repercussões interessantes na leitura. Ela permite a experimentação de certa agilidade no deslocamento pelo texto: alguma fluidez. Ao mesmo tempo, porém, esse modo de dividir os parágrafos cria brechas que não só podem ser saltadas com rapidez, como podem ser propícias para pequenas e reflexivas demoras, mas dentro de uma sensação, não entediante, de movimento e avanço.

Afinal, uma escrita aforística, com sua concentração de afirmações de impacto em formulações breves e, por vezes, inusitadas, pode acabar causando a interrupção da leitura em pequenos sobressaltos: breves suspensões de um possível enredamento sonâmbulo no texto.²⁶

²⁴ “As duas onipotências da leitura, a de *ir estritamente ao ponto* e a de *ler já sabendo o que será lido*, confinam a leitura a uma prática desbotada, uma leitura sem leitura: a perda da aventura, do tremor, do perigo” (SKLIAR, 2014A, p. 72).

²⁵ “A filosofia e as ciências oscilam entre tratado e ensaio (...) A biologia oitocentista é ensaística (Darwin), e acadêmica, a biologia do século XX” (FLUSSER, 1998, p. 96).

²⁶ “(...) se em um texto existem várias instâncias nas quais o leitor se depara com algo inesperado, pode ter um processamento bem ativo durante a leitura. E uma consequência poderia ser uma melhor compreensão” (NIGRO, 2007, p. 173).

É como se os aforismos preenchessem o texto com oportunidades de saltos para além dele, que podem, aliás, se dar de forma material mesmo: através de anotações. É comum que aforismos, por seu formato, exerçam alguma atração disruptiva e intrigante: daí o hábito disseminado de se colecioná-los e citá-los, seja em teses, seja em redes sociais.

Afora as características já comentadas, *A espessura do vivo* obedece a um imperativo geral de legibilidade didática, de adequação aos leitores e suas possibilidades prévias de compreensão. Esta se realiza com a presença de marcas típicas, como, por exemplo, uma disposição gráfica que não prejudique a visualização dos elementos textuais, a articulação clara dos parágrafos e das ideias neles contidas, a sinalização de termos e ideias principais, o emprego recorrente de exemplos e metáforas.

Um desenvolvimento tranquilo das ideias e de sua concatenação, o retorno a ideias recém-apresentadas na forma de sínteses e repetições explícitas ou não, o corte de excessos pouco significativos e de ambiguidades não próprias das ideias discutidas, mas de sua forma de exposição, também são marcas importantes e características. Assim também pode ser considerado o atravessamento do texto por perguntas e, através delas, por uma menção mais direta aos leitores como interlocutores.

Quanto a este último aspecto, cabe comentar que o livro procura uma interlocução direta, em um tom assumidamente de conversa, sem, claro, desqualificá-la, por desrespeito à correção científica, como uma conversa qualquer: *fiada*. As perguntas, por sua vez, espalham-se pelo texto, às vezes para serem prontamente respondidas, às vezes para exigirem efetivamente dos leitores uma tentativa de resposta, sendo os suportes da estruturação textual por meio dos títulos dos capítulos. Nesse caso, as respostas apresentadas não se mostram definitivas ou, a todo custo, excludentes.

Após uma introdução, que convida o leitor à atividade, *Pra começar...*, seguem-se três capítulos iniciais: *Como assim: conceito? Como assim: biologia? E a vida: o que é?*. Juntos, eles problematizam o percurso a ser percorrido pelo livro em sua procura por um conceito biológico de vida. Os demais capítulos são possíveis respostas à última pergunta: ... *Reprodução? ... Evolução? ... Desequilíbrio? ... Autopoiese? ... Semiose? e ... Normatividade?*. Por sua vez, a conclusão, *Pra terminar...*, não conclui sobre a validade exclusiva de uma delas, re-convidando os leitores à ação.

O caminho a ser percorrido, ainda que apresente planejadamente uma flexibilidade em relação à sequência das ideias que o perfazem, é apresentado aos leitores. Esta é também uma marca típica dos livros didáticos. Por meio do sumário, da divisão da discussão nessas unidades

distintas, mas relacionadas que são os capítulos, do uso de cores e formas, no caso, quadros, para a indicação da natureza dos anexos interpostos ao texto: em tudo isso, o livro se quer fazer claro e compreensível para o seu próprio uso.

Há, porém, uma vontade de clareza que não recalca o jogo de sombras: as ambiguidades da própria questão em seu desdobramento. O conceito de vida, por sua complexidade, para ser amplamente discutido, exige a referência ao que essa discussão tem de abertura, multiplicidade e divergência. Coube e cabe, aqui, aquele esforço vigilante e crítico para que as exigências didáticas não nos impeçam de estar à altura do que é apresentado, ou, ao menos, de apontar para essa altura: no caso em questão, da própria vida.

As pluralidades e diferenças não ameaçam a unidade mínima da Biologia como ciência, uma vez que esta não é matéria de desconfiança nos meios não acadêmicos, nem nos acadêmicos, mas atuam no sentido de nos impedir de vê-la em uma espécie de unidade máxima, exagerada, inteiramente convergente e apaziguada, que não é própria da produção científica. As ambiguidades e divergências dos debates científicos, quando existem, não devem ser negadas, mas tornadas questão, assim como os conceitos e modelos neles envolvidos.

Ao falar de vida, não se fala apenas de vida, mas da própria ciência segundo a qual se está dispendo a falar de vida. Há, portanto, em *A espessura do vivo* uma espécie de irresolução ou indefinição que não é resultante de descuido, mas de cuidado com a dinâmica da produção científica, mais especificamente da Biologia: um cuidado em traduzi-la nos seus conflitos, na sua história, na sua humanidade.

Outras duas características, comuns nos livros didáticos e presentes no livro aqui tratado, estão diretamente relacionadas à distância entre a linguagem científica, com seus conceitos e abstrações, e a linguagem cotidiana: essa distância na qual a linguagem escolar se apronta. A primeira característica diz respeito ao fato de que as conceitualizações, especialmente em Biologia, por seu esforço de dar conta das singularidades próprias dos fenômenos vitais e da sofisticada complexidade organizacional da vida, se resolvem, na linguagem, com o uso de muitos vocábulos específicos.²⁷

Célula, gene, ecossistema, homeostase, fecundação, proteína, parasitismo... A lista é extremamente longa, mas apresenta sim, é preciso assumi-lo, inúmeros termos importantes e indispensáveis, como estes citados. Apesar de a incorporação deles ao seu vocabulário corresponder a um esforço significativo por parte dos alunos, não se deve poupá-los disso: mas

²⁷ “(...) o processo de nominalização aumenta a densidade léxica da linguagem científica, na qual quase todos os termos usados carregam significados interligados numa estrutura conceitual” (MORTIMER, 1998, p. 104).

auxiliá-los nesse processo.²⁸ Não é o caso, claro, de se insistir em excessos dispensáveis, mas igualmente não é o de se eliminar o fundamental.

Tome-se brevemente o termo *fecundação*. Dizê-lo não é trivial: é apontar, desde um contexto crítico de compreensão e enunciação, para um evento-chave do processo de reprodução, no qual o espermatozoide funde-se ao óvulo. Outros termos emergem: *reprodução*, *espermatozoide*, *óvulo*. Outros, não explicitamente mencionados, o cercam: *gameta*, *zigoto*, *desenvolvimento*, *animal*, *sexo*... Fecundação, no fim das contas, é um conceito.

Os conceitos são uma espécie muito particular de palavras. São superpalavras, palavras elevadas a uma alta potência. Essa potência é conquistada por uma extrema condensação de significados: cada conceito resulta de uma operação complexa de amarração de uma série de relações que, assim concentradas, são como que empurradas para caberem dentro de uma única palavra. Um conceito se assemelha bastante a uma arma nuclear quanto a essa elipse radical, essa potência de explosão, essa imensa desproporção entre o que contém e o que é contido (...) O conceito se define antes de tudo por essa capacidade de expansão – ou contração, a depender da perspectiva: neste caso, de sua cunhagem; naquele, de sua leitura.” (BOSCO, 2007, p. 163-164)

Uma vez que a Biologia é uma linguagem com que se pode dizer o mundo, ignorar seus vocábulos, ainda que numerosos, é experimentar com parcialidade perigosa o seu aprendizado. A invenção de novos termos, ou a ressignificação de termos comuns, não é apenas um detalhe da atividade científica: está no seu âmago como invenção de uma nova forma de dizer o mundo, qual seja, de concebê-lo: apreendê-lo por meio de conceitos.

A terminologia científica (...) deve ser entendida dentro de seu contexto, com seus significados compreendidos, e deve ser utilizada de forma correta, mesmo que de forma simplificada – mas nunca distorcida – para ser acessível aos estudantes de diferentes idades. O professor deve utilizar termos científicos progressivamente, verificando que sua correta compreensão esteja sempre presente. (BIZZO, 2002, p. 60)

No sentido de garantir a presença dos termos e sua compreensão é que *A espessura do vivo* se vale de um artifício típico dos livros didáticos de Biologia: o glossário, essa espécie de mínimo dicionário, especializado, incumbido de apresentar definições corretas, em regra, unívocas. No entanto, apesar de conter uma definição de alguns dos termos possivelmente

²⁸ “Uma vez que criticamos a utilização de termos técnicos sem qualquer significado para os alunos, muitos professores foram levados ao extremo oposto de acreditar em duas falácias. A primeira delas é a de que a terminologia científica é apenas uma forma pomposa de falar e deve ser abolida (...).

A outra falácia muito aceita é a de que os alunos, e suas vivências socioculturais, já detêm todos os termos técnicos, mas utilizam outro nome, que seria igualmente válido” (BIZZO, 2002, p. 56-57).

desconhecidos presentes no texto, seu glossário é incompleto: alguns termos igualmente destacados não são definidos.

Tal incompletude, na verdade, é um convite à participação do aluno no sentido de completá-lo, exercitando-se no novo vocabulário. O destaque, nesse caso, serve como uma espécie de questionamento (*Você sabe o que isso quer dizer?*). Há a indicação literal disso no livro, havendo também a sugestão de que os próprios estudantes façam a marcação dos termos não marcados que lhe pareçam estranhos e, então, procedam à sua inclusão no glossário.

A segunda característica da linguagem científica digna de atenção é seu apelo a abstrações, o que se costuma ler como uma demanda didática a que a escola atende, por exemplo, ao assumir caminhos de aproximação (ou concreção): especialmente o emprego de metáforas.²⁹ Estas, assim como as analogias, seriam meios de revelar, em alguma medida, aspectos de algo por conhecer a partir da relação de proximidade, semelhança ou equivalência entre eles e os aspectos de algo conhecido.

No fim das contas, trata-se de tornar o desconhecido dizível a partir de sua comparação com o conhecido. Metáforas o fazem de modo mais radical: lidam com uma distância maior entre o que se conhece e o que está por conhecer e os fazem coincidir, dispensando uma formulação comparativa explícita. Já as analogias explicitam a comparação e são mais sistemáticas na sua efetivação, além de suporem uma distância menor. Por isso, a metáfora pode ser concebida “como uma analogia condensada” (OLIVEIRA, 2012, p. 40).

É importante, porém, assumir, a partir do trabalho de dois estudiosos da linguagem estadunidenses, George Lakoff e Mark Johnson, que as metáforas não se reservam às fronteiras da escola: pelo contrário, estão infiltradas no modo como pensamos, dizemos e agimos comumente. Não é à toa, por exemplo, que se pode *chegar*, rapidamente, *ao fim de uma leitura*, quando se *devora* com *muita curiosidade* um livro. É possível chegar até o fim de uma leitura como se chega até um local ou objeto? Um livro pode ser efetivamente devorado? A curiosidade é algo de material que se possa medir?

A metáfora é, para a maioria das pessoas, um recurso da imaginação poética, e seus acenos retóricos, uma questão de linguagem extraordinária mais do que ordinária. E mais, a metáfora é vista caracteristicamente como um traço apenas de linguagem, coisa de palavras mais do que de pensamento ou ação (...) Nós chegamos à conclusão de que a metáfora, pelo contrário, impregna a vida cotidiana, não somente a linguagem, senão também o pensamento e a ação. Nosso sistema conceitual ordinário,

²⁹ “Tem sido apontado na literatura da área de ensino de ciências que o crescente interesse de pesquisadores pelo uso de analogias e metáforas no ensino de ciências, em especial a partir dos anos 90, deve-se ao fato de que estas auxiliam na compreensão de conceitos científicos, já que aproximam dois discursos distintos, um mais ligado à linguagem comum e outro novo, relativo à linguagem científica” (GIRALDI, 2005, p. 18).

em termos do qual pensamos e atuamos, é fundamentalmente de natureza metafórica. (LAKOFF; JOHNSON, 2009, p. 39, tradução nossa)

Não só os dizeres e fazeres cotidianos estão repletos de metáforas, mas também a linguagem e a prática científicas.³⁰ A ciência, como linguagem, também é, em boa medida, metafórica. Um exemplo é quando se diz, na Biologia, que a evolução acontece por *seleção* natural, ou que o coração é uma *bomba*, que existem doenças perigosas que são *silenciosas*, ou ainda que existem *cadeias* alimentares. Isso sem falar nas metáforas já esquecidas de si, de sua origem como aproximação, por exemplo: célula, enquanto *cela pequena*, ou protozoário, enquanto *animal primitivo*.

Os recursos metafórico e analógico se encontram já na produção científica, na circulação dos textos acadêmicos: tanto mais na comunicação dessa produção para além dos limites da academia, seja nos textos escolares, seja nos livros e revistas de divulgação científica ou na imprensa em geral. Daí que *A espessura do vivo*, querendo filiar-se especialmente à linhagem dos livros dos cientistas escritores, aposte no poder das metáforas. Isso não exclui, claro, o cuidado com os possíveis perigos de seu uso, como a alimentação de clichês e tropeços em concepções distorcidas: mecanicistas ou vitalistas.

O conceito científico encontra na linguagem analógica duas possibilidades: ela pode ser a pedra fundamental de uma construção que, trabalhada corretamente, alicerça e ancora. Ou pode significar um obstáculo que dificulta que o estudante chegue à abstração desses conceitos. O que determina como o raciocínio analógico irá influenciar a aprendizagem é o trabalho sistemático realizado pelo professor com e sobre esse recurso. (OLIVEIRA, 2012, p. 90)

Uma vez que, para fazer sentido, o texto tem de estar inscrito em uma articulação de sentidos a qual o(a) leitor(a) continuamente produz e mantém, as metáforas se mostram de grande valia. Apostar nessa valia implica não subestimar a atividade docente no emprego do livro, capaz de comentar as metáforas, de esmiuçá-las e até rompê-las, nem a capacidade interpretativa dos estudantes-leitores, desde que sejam estimulados e orientados a uma leitura crítica. É nesse contexto que *A espessura do vivo* pretende se situar, inclusive, fazendo algumas recomendações explícitas quanto à leitura das metáforas.

No mais, se, por um lado, as metáforas podem promover uma aproximação entre algo abstrato e algo cotidiano, por outro lado, elas também podem, pela sua potência imagética acionada em fórmulas breves, ter um efeito disruptivo, que deixe evidente a distância entre as

³⁰ “Formas dinâmicas de raciocínio, as analogias e metáforas estão presentes em todo pensamento criador: seja na poesia, na filosofia ou na ciência” (OLIVEIRA, 2012, p. 38).

formulações científicas e as cotidianas. Para além da ação de aproximação, é possível que, pelo espanto que causam, as metáforas possam surpreendentemente expor e afirmar a capacidade criadora da ciência: essa sua admirável capacidade de nos fazer ver e dizer o mundo de modo inabitual, inusitado ou mesmo espantoso.

Por fim, *A espessura do vivo* tem seu texto entrecortado por desenhos, simples amostras da biodiversidade, e por quadros, que não são senão inserções de sugestões de atividades, provocações e especialmente citações. Em sua escrita, além de buscar inspiração nos tais livros de divulgação científica, me dediquei à leitura de alguns livros paradidáticos ou livros funcionalmente similares aos paradidáticos, quando não assumidamente alocados nesse rótulo.³¹

A leitura dos paradidáticos permitiu a observação de caminhos variados de interlocução nos muitos aspectos textuais: especialmente, na presença, em vários deles, de ilustrações, comentários adicionais, indicações e exercícios. Esses anexos, geralmente dispostos em quadros, acompanham ou mesmo atravessam o texto principal, formando uma espécie de hipertexto.

Juntamente, também me pus a ler um conjunto de publicações do Grupo de Renovação do Ensino de Física, GREF, da USP, que são didáticas (e não propriamente paradidáticas) e que me chamaram atenção desde quando, há tempos, lecionava no ensino fundamental. Tal (re)leitura me levou a assumir, em especial, a busca pela proximidade do tom que acredito haver nesses materiais, que possuem um texto fluido e lúdico, repleto de perguntas e desenhos simples. As ilustrações de *A espessura do vivo*, inclusive, são devedoras da agradável impressão geral que me causaram, desde o início, tais desenhos.³²

Tendo assumido a utilização de quadros, sugiro, através de alguns deles, atividades que se dividem entre exercícios de pesquisa e escrita reflexiva.³³ Há também provocações, que são breves motivações para a reflexão, e ainda quadros com informações curiosas e outros com uma

³¹ Dentre eles: o livro-chave para a escolha do tema *O que é vida? Para entender a Biologia* do século XXI, organizado por Charbel El-Hani e Antônio Augusto Videira; *Evolução: o sentido da biologia*, também de Charbel El-Hani e de Diogo Mayer, e *O tapete de Penélope: o relacionamento entre as espécies e a evolução orgânica*, de Walter Boeger, ambos de uma coleção de paradidáticos da Editora da UNESP; *Galileu e o nascimento da ciência moderna*, do grupo Teknê; *DNA e eu com isso?*, de Francisco Salzano; *Darwin – do telhado das Américas à teoria da evolução*, de Nelio Bizzo, da coleção *Imortais da Ciência*; *Filosofia da ciência: introdução ao jogo e suas regras* e *Entre a ciência e a sapiência: o dilema da educação*, ambos do escritor Rubem Alves e dedicados a abordar a natureza do conhecimento científico.

³² Na verdade, não se trata apenas das ilustrações, mas de uma disposição gráfica geral sem muitos excessos, mais simples: de uma simplicidade planejada.

³³ Estas serão comentadas mais adiante: na seção 4.2 (*Até onde pode ir um livro de biologia?*).

série de citações: de textos científicos, filosóficos, literários, aforismos e letras de canção. Isso sem falar nos divertidos quadrinhos da série *As cobras*, do escritor Luís Fernando Veríssimo, e nas dicas de vídeos. A intenção com tais interposições foi enriquecer o texto principal, criando brechas reflexivas, desvios lúdicos e apontamentos.

Cabe comentar brevemente a presença peculiar e significativa da Filosofia e da Arte no livro.³⁴ Esta se deve à capacidade que essas linguagens têm de abrigar o frescor do espanto, bem humano e original, com que nos voltamos para o mundo e nos podemos dispor a conhecê-lo. “A admiração pode e deve deflagrar o pensamento, provocar perguntas, sacudir inércias” (PERISSÉ, 2009, p. 26). Nesse sentido, as linguagens filosófica e artística se somam à biológica, não para a encobrirem, mas para, juntamente com ela, deflagrarem a contundência com que a vida, como fenômeno, se nos apresenta.

Essas citações não são casuais, nem cumprem apenas um papel lúdico, não se prestam a passatempo, nem a ornamento, ainda que possam sim tornar o livro mais divertido e mesmo bonito. Porém, elas são fruto de um esforço cuidadoso de resgate de minha memória como leitor, de pesquisa e de extensão de minha compreensão leitora, e constituem um trabalho intertextual e interdisciplinar, de ampliação dos horizontes em que o mundo, vivo no caso, se apresenta para os estudantes.

É importante insistir, sobretudo, em relação à poesia, no fato de que ela não é um mero capricho, mas uma linguagem e um modo de apresentação do mundo. “De fato, o deleite estético pressupõe e provoca a inteligência, a memória, a imaginação. Não se trata de algo que afete apenas nossos sentidos externos, mas todo o nosso corpo e toda a nossa interioridade” (PERISSÉ, 2009, p. 26). A Arte é um jogo de linguagem, um potente e inventivo jogo de dizer as coisas, como o são também a Filosofia e a Ciência: todas, a despeito de suas inegáveis distinções, aproximadas quanto ao seu caráter criador e fundador de mundo(s).³⁵

³⁴ “Ainda que os textos alternativos ao livro didático apareçam como recurso didático em algumas salas de aula, sendo utilizados esporadicamente por uma parcela ainda que pequena dos professores, eles concentram-se nas suas áreas específicas: poesias, músicas e charges para o ensino de Língua Portuguesa, reportagens de jornais e revistas para o ensino de Geografia ou História, tabelas e índices para o ensino de Matemática, reportagens sobre meio ambiente ou animais para o ensino de Biologia, etc. Pouco (ou quase nada) se vê a respeito de, por exemplo, textos alternativos sendo utilizados fora das aulas de Literatura ou Língua Portuguesa. Isso ocorre porque se tem considerado os textos apenas pelo conteúdo que especificamente encerram, numa visão pontual e limitada, sem se levar em conta que eles podem ser articulados com diversos conceitos e conteúdos distintos. Além disso, há um aspecto bastante importante que tem passado despercebido: o valor da imaginação e da afetividade na construção de ideias, conceitos e visões de mundo e, portanto, de ciência” (CAMPOS; MONTOITO, 2010, p. 158-159).

³⁵ Esses saberes também se aproximam em termos de possíveis interferências que geram mutuamente. “São muitos e notáveis os cientistas que trabalham suas narrativas artisticamente, incorporando soluções literárias e temas suscitados pelas fabulações de escritores e outros artistas. E também estes beneficiam-se das criações e dos

De fato, historicamente, as nossas capacidades de sentir, criar, imaginar e fantasiar foram como que encaixotadas nas aulas de língua portuguesa e/ou de educação artística, como se as demais matérias pouco ou nada tivessem a ver com isso. Defende-se essa visão compartimentada, criando-se fronteiras intransponíveis entre os textos científicos e os textos literários ou então, o que é muito comum, entre as atitudes dos poetas e as dos cientistas diante do mundo. Dessa forma, para efeito de ilustração, o trabalho dos cientistas, por envolver o estabelecimento de leis e/ou de princípios sobre a dinâmica da natureza, nada tem de sentimento, imaginação ou invenção; ou, como se diz, a ciência nada tem de poético. (SILVA, 1998, p. 125-126)

As recorrentes citações extracientíficas, como peculiaridade de *A espessura do vivo*, não substituem as citações de ilustres cientistas, também presentes no livro, e ainda contribuem para se evitar uma concepção totalitária da *verdade* científica: como se ela fosse um caminho, único, de chegar à realidade tal qual ela é. Nesse esboço de uma interdisciplinaridade, portanto, há não só um enriquecimento da compreensão do fenômeno vital, mas, dentro da afirmação da ciência como legítima e fundamental, certo combate a traços de um cientificismo que acredita de modo cego e acrítico nas ciências.

Ainda em relação a tal riqueza a que este esforço interdisciplinar se encaminha, parece evidente que conjugar variadas linguagens na apresentação do mundo, de seus constituintes, seus fenômenos, suas coisas enfim, é abrir a possibilidade de conhecê-lo em sua multiplicidade. Mais do que isso, a conjugação de diferentes modos de dizê-lo e, com isso, de refazê-lo, aponta para o fato de que, na linguagem, através dela, humanamente, o mundo é continuamente algo por ser (re)feito, assim como nós nele e com ele.

Por fim, o caminho de elaboração de *A espessura do vivo* foi traçado no chão não só da aposta na capacidade crítica e na criatividade dos estudantes em seu uso, mas também dos professores. Afinal, todo o esforço em produzir esse material, como já explicitado, parte de minha experiência docente e aposta no fato de que cada professor, ao travar contato com *A espessura do vivo*, irá reelaborá-lo em suas funções didáticas, em um movimento que confia na inventividade e transcrição da docência.

enigmas propostos por cientistas. Há temas e inquietações que impregnam as narrativas de uns e outros, em diferentes ocasiões” (IANNI, 2004, p. 11).

4. De que serve um livro no ensino?

(Resultados)

4.1 O que se faz com tanto livro na escola?

É num lugar físico, numa materialidade estruturada que a escola se realiza como o lugar da apresentação do mundo pela tradução de diversos modos, tradicionais, de dizê-lo: como o lugar que essa própria apresentação é no horizonte da vida cultural. Essa materialidade escolar, habitada por professores e estudantes, de que pode lembrar, até com certo requinte memorioso, qualquer um que tenha sido escolarizado, é constituída de uma série de coisas: físicas mesmas, bem típicas em sua maioria.

Portões, pátio, refeitório, salas, sinal, cadernetas, murais, cadeiras, mesas, quadro, canetas, cadernos, boletins... Livros. Seja nas salas de aula, seja em uma biblioteca ou nas salas dos professores e da direção, ocupando, de maneira marcante, o espaço, tanto físico quanto simbólico, estiveram e ainda estão numerosamente os livros. A escola é, por excelência, o lugar deles: um lugar para onde são levados, comumente o lugar onde são descobertos e onde se torna habitual manuseá-los, idealmente o lugar onde se aprende a lê-los, amá-los e quiçá escrevê-los.

Os livros não são simplesmente mais um dos tantos recursos da escola, apenas constituindo, com isso, sua ambiência material: eles encarnam o acontecimento em que a escola se realiza, o que ela é de apresentação pública do mundo. Isso porque um livro apresenta o mundo, torna-o presente em seus constituintes, aspectos, fenômenos e possibilidades de um modo outro, para além de sua óbvia aparição cotidiana. E mais: quando o faz, o faz para todos, para qualquer um, desde que se saiba a linguagem em que está escrito.

A escola, na recuperação etimológica e ontológica de sua origem grega, segundo defendem os filósofos da educação belgas Jan Masschelein e Maarten Simons e, no seu rumo, outros autores, como Jorge Larrosa, pode ser entendida como “uma fonte de conhecimento e experiência disponibilizada como um ‘bem comum’” (MASSCHELEIN; SIMONS, 2013, p. 9). O termo *skholé*, de onde deriva o termo *escola*, apontava para certa experiência grega do tempo livre: portanto, uma experiência presente na raiz da instituição escolar.

Masschelein e Simons comentam uma série de aspectos que conformam essa experiência escolar do tempo livre, que, originalmente, se instituiu na Grécia Antiga e, segundo eles, permanece como a natureza muito própria da escola, mesmo moderna. *Suspensão, profanação, disciplina, amor e igualdade* são alguns desses peculiares aspectos, que, aqui, junto

dos livros e, em especial, do livro (para)didático que se vem discutindo, nos interessam reunidos e su-postos em torno de outro aspecto: a *atenção ao mundo*.

O tempo livre, que esses autores apresentam como aquele no qual o caráter escolar se instaura, é livre dos comprometimentos próprios do tempo da produção, que são, em seu favor, suspensos. É algo como um tempo de ócio em que o mundo aparece não só como o mundo que se experimenta cotidianamente, dentro da rotina em suas delimitações sociais, familiares, profissionais e outras, mas um mundo por ser experimentado, por ser estranhado na sua cotidianidade: um mundo *profanado, dessacralizado* na sua verdade habitual. Trata-se, portanto, da abertura do mundo: de sua transformação de dado indubitável em questão.

É nessa re-apresentação do mundo que as novas gerações são, de fato, legitimadas como novas. Por ela, os jovens recebem o repertório cultural acumulado pelas gerações anteriores, repertório no qual o mundo se diz nas linguagens tradicionais em que estas gerações o concebem. E, pelo caráter de questionamento dessa apresentação, tal repertório pode ser recebido interessada e mesmo criticamente, o que pode implicar o envolvimento efetivo, amoroso dos jovens com o mundo, com a dinâmica em que ele se faz, ao ponto, inclusive, de uma renovação trans-formadora.³⁶

Na escola, e se ela funciona como escola, os alunos são expostos ao mundo. Ou, mais precisamente, alguém é transformado em aluno na relação com essa revelação do mundo. Essa relação tem a ver com conhecimento e conhecer, certamente, mas antes de tudo é uma relação de cuidado e preocupação. Pense na matemática ou na biologia, ou no mundo dos números e no mundo da natureza. Na escola não se trata apenas de transmitir conhecimento sobre esses mundos, mas de oferecer à nova geração a possibilidade de se relacionar ou se apegar a esses mundos, isto, é envolver-se. (MASSCHELEIN; SIMONS; LARROSA et al, 2017, p. 212)

Essa abertura do mundo é com-partilhada: o mundo, tornando-se questão, torna-se uma questão que diz respeito a cada estudante, como indivíduo, mas também uma questão coletiva, pública, da alçada de todos, igualmente.³⁷ O mundo vivo que a Biologia escolar apresenta como questão é o mundo da vida, dos fenômenos vitais, enquanto merecedor da atenção de cada um e de todos nós: merecedor de que possamos dizê-lo e compreendê-lo.

³⁶ “Ler é entrar em outros mundos possíveis. É indagar a realidade para compreendê-la melhor, é se distanciar do texto e assumir uma postura crítica frente ao que se diz e ao que se quer dizer (...)” (LERNER, 2002, p. 73).

³⁷ “Abrir o mundo não significa apenas vir a conhecer o mundo, mas também se refere ao modo como o fechado-no-mundo – isto é, a maneira determinada em que o mundo deve ser compreendido e usado, ou a maneira como ele é, realmente, usado – é aberto e o próprio mundo é tornado aberto e livre e, portanto, compartilhado e compartilhável, algo interessante ou potencialmente interessante: um objeto de estudo e de prática” (MASSCHELEIN; SIMONS, 2013, p. 50-51).

Pela Biologia, traduzida do âmbito acadêmico para o escolar, a própria vida, em sua constituição e complexidade, em suas diversas expressões, em sua necessária continuidade, da qual fazemos parte, ao se fazer objeto de estudo, convoca a sociedade, em seus mais jovens integrantes, à atenção, ao interesse, ao cuidado. Daí que se possa dizer que, enquanto matéria escolar, a Biologia dispõe o mundo vivo à leitura dos estudantes.

Não é à toa que a escola é onde atua o *professor*, aquele que *professa* (*professare*), que expõe publicamente, ou mais: aquele que *lecciona*, que *dá a lição* (*lectionis*), qual seja, dar algo a que se leia (*legere, lego*).³⁸ Igualmente não é gratuito se dizer que essa atuação ocorre em um *colégio* (*cum-lego*): um lugar onde se pode ler junto, com outros, coletiva e publicamente. Ambos os termos, lecionamento e colégio, apontam para uma origem latina no termo *lego*, que abriga o sentido de ler, junto aos de colher, escolher, eleger.

Esse breve exercício etimológico, por si, já insinua a leitura como uma espécie de captura e a escola como um lugar de leitura. De fato, a escola propicia, por meio da leitura, uma captura, uma colheita e mesmo, em alguma medida, uma escolha. Do quê, senão do mundo? Lê-se para conhecê-lo e lê-se com o outro, ao menos, com o autor, também com os outros leitores do mesmo texto, ainda que desconhecidos, o que já configura a leitura, mesmo se silenciosa e solitária, como, em alguma medida, pública. Daí que um livro seja *publicado* e que o ato de escrevê-lo e imprimi-lo seja uma *publicação*.

Porém, leitura, nesse sentido, pode ter um alcance bastante amplo: é possível também ler o mundo por meio da Música, do Cinema, das Artes em geral, das técnicas, de saberes esotéricos, da religião. Mesmo nesses casos, em vários deles, e, claro, especialmente, no caso dos saberes (dizeres) acadêmicos, a linguagem verbal na sua formulação escrita ocupa um lugar central. Galileu Galilei, pioneiro cientista italiano, ao fazer a afirmação, fundadora da física moderna, de que o livro da natureza está escrito em caracteres matemáticos, por exemplo, não o fez senão num livro: por escrito, em latim por sinal.

De qualquer maneira, se pode assumir, para (quase) todos os efeitos, ao menos no Ocidente, que ler o mundo, e lê-lo na escola, é lê-lo, sobretudo, nos livros. “Assim, abrir um livro é um gesto que continua o mundo, que o transmite, que o faz perdurar” (SKLIAR, 2014A, p. 59). Professores, em suas respectivas matérias, dão aos estudantes o que ler, e, lendo, o que estudar: tais matérias são a própria materialidade fenomênica do mundo disposta à leitura e ao estudo. “Digamos que o professor é o que mostra o livro, aponta para o livro, orienta o olhar

³⁸ “O trabalho do professor consiste em ler e escrever, em introduzir os outros na leitura e na escrita, em uma determinada experiência da leitura e da escrita (...)” (LARROSA, 2018, p. 209).

para o livro, e é só nesse mostrar que ele mesmo aparece.” (LARROSA; RECHIA, 2018, p. 185).

Tornar o mundo disponível: eis o que fazem professores e seus livros. A partir dessa disponibilidade, pode se criar uma disposição nos estudantes: um interesse, um desejo, um exercício de aproximação, um efetivo estudo. Preencher a escola com livros é preenchê-la com o mundo: inchá-la de possibilidades de dizê-lo e pensá-lo pelo estudo. “Ler para quê? Para as provas? Para o vestibular? Para o concurso? Ler para viver. Ler a vida. Ler para ampliar as perspectivas, para associar ideias, para reinventar o mundo, a partir da condição pessoal” (YUNES, 1995, p. 187).

Portanto, *A espessura do vivo*, como livro, resulta na abertura da vida como uma questão. O que ela é? De que se trata? Como dizê-la? Resulta, por isso, ainda, nas repercussões imprevisíveis promovidas por tais perguntas, na medida em que perguntar-se pelo que quer que seja é gerar condições de uma nova concepção e possivelmente de um novo modo de relação. Conhecimento não é indiferença: pelo contrário, é uma profunda disponibilidade, às raias da (re)criação do que se conhece.³⁹

É preciso, claro, que a leitura não seja uma operação maquinal e cega, mas um gesto vital de inserção no mundo. “O ato de ler é um ato da sensibilidade e da inteligência, da compreensão e de comunhão com o mundo; lendo, expandimos o estar no mundo, alcançamos esferas do conhecimento antes não experimentadas (...)” (YUNES, 1995, p. 185). Além disso, é importante que se leia com propriedade, ou seja, que se aprenda e se exercite efetivamente a prática da leitura, de maneira a se garantir uma capacidade aguçada de diálogo com o texto.⁴⁰

A responsabilidade pelo aprendizado e pelo exercício dessa prática, em seu desdobramento na escrita, é tarefa legítima e fundamental da escola. “Ler e escrever... Palavras familiares para todos os educadores, palavras que marcaram e continuam marcando uma função essencial – talvez a única função – da escolaridade obrigatória” (LERNER, 2002, p. 17). É através do aprendizado da leitura e da escrita que os estudantes podem aprender a ler e escrever o mundo em diferentes linguagens, matemática, biológica, química, histórica, poética e outras, especialmente no ensino médio.

³⁹ “(...) isto é ser concretamente, isto é, interessadamente, e não a uma distância relaxada, indiferente, apática – ou seja, de fora ou desinteressadamente e, por isso, ‘abstratamente’... Nessa dinâmica, nesse jogo está o conhecer, faz-se ou dá-se conhecimento” (FOGEL, 2005, p. 42).

⁴⁰ “Ler é interpretar. Ler é entender, ler dentro. Ler em profundidade. Ler os livros e a vida!” (PERISSÉ, 2004, p. 104).

(...) a partir do Ensino Médio, a leitura parece seguir dois caminhos dentro da escola: um deles pretende que crianças e jovens melhorem sua habilidade e, progressivamente, se familiarizem com a literatura e adquiram o hábito da leitura; no outro, os alunos devem utilizá-la para ter acesso a novos conteúdos de aprendizagem nas diversas áreas que formam o currículo escolar. Não considero muito arriscado afirmar neste contexto que o que se pretende é que se goste de ler e que se aprenda lendo e que estes objetivos estarão igualmente presentes no Ensino Médio. (SOLÉ, 1998, p. 37)

A escola tanto ensina a ler quanto ensina lendo, e a Biologia escolar, como as demais matérias, integra essa dinâmica, uma vez que: “(...) no espaço escolar os trabalhos vinculados à construção do conhecimento e ao binômio ensino-aprendizagem caminham através de textos escritos (...)” (SILVA, 1998, p.123). Nesse sentido, a escrita de um livro (para)didático, como texto disponível à inclusão na dinâmica escolar, parte de uma vontade de lúcida participação no processo de letramento dos estudantes.

Se é da vontade de tal participação que *A espessura do vivo* parte, acredito ser a ela que ele chegue: quanto mais conte, para tanto, com sua mobilização atenta por parte do(a) professor(a). No entanto, mesmo sem essa atenção docente, pelo uso independente, extraviado até, fora da sala de aula, que estudantes podem (e costumam) fazer dos livros escolares, um livro (para)didático pode resultar em uma contribuição para a história de leitura deles. Sua simples disponibilização já pode surtir efeito em alguns estudantes. De qualquer maneira, a ação docente pode ampliar significativamente os seus potenciais.

Em minha própria história de leitura, em relação à Biologia, o cenário, tanto no ensino médio quanto na graduação, foi dominado pelos livros didáticos.⁴¹ Livros paradidáticos ou até mesmo artigos científicos, quanto mais vídeos, não integraram a dinâmica das aulas na escola nem, de modo considerável, nas matérias básicas da universidade. Sequer a leitura de textos clássicos, dos grandes nomes da história da Biologia, foi sugerida na graduação. Assim, acaba se configurando uma espécie de paisagem literária plana e uniforme, que não instiga a compreensão leitora.

Ainda em meu caso, a possível fuga dessa paisagem se deu com a leitura, fora da universidade, dos livros ditos de divulgação científica: aqueles escritos por biólogos escritores, como o instigante *O acaso e a necessidade*, de Jacques Monod. O conhecimento dessas escritas certamente modificou minha apreensão da linguagem biológica, tendo efeitos nas minhas possibilidades de leitura e compreensão da Biologia em si e de fruição mesmo dessa leitura e

⁴¹ “Falar em material didático no ensino de Biologia é quase sempre sinônimo de falar-se em livro didático” (BORGES, 2000, p. 127).

dessa compreensão. Em suma: o que experimentei, de modo evidente, na minha formação pessoal e mesmo profissional, extra-academicamente, é que livros formam.

Livros formam leitores e leituras formam escritores. Não se trata, claro, de um processo assim tão fácil e rápido, mas há uma verdade possível e profunda nesse encadeamento. É dessa verdade que *A espessura do vivo* arrancou sua viabilidade enquanto escrita de um professor: leitor-e-escritor. É a ela que ele se dedica, se dispondo, no caso de uma atuação docente em seu favor, e mesmo em casos não orientados, a integrar a história de leitura de estudantes do ensino médio. Portanto, pulsa, no seu texto, uma vontade e uma ação docentes que se fizeram autorais: uma vontade e uma ação no sentido da formação de leitores.

Ao afirmarmos que todo professor, independente da disciplina que ensina, é um professor de leitura, estamos assumindo o fato de que ele pode e deve participar de um trabalho coletivo que esteja voltado aos vários aspectos da dinamização da leitura e, conseqüentemente, da formação de leitores. (SILVA, 1998, p. 124-125)

Há dois aspectos dignos de nota quanto a esse importante papel de formação de leitores: pode-se dizer de um que seja mais propriamente cognitivo e de outro, mais político. Quanto ao primeiro aspecto, trata-se de reafirmar que a leitura mobiliza diversas potências dos leitores: sua inteligência, sua memória, sua sensibilidade, seu domínio conceitual, sua imaginação, sua atenção. Um texto pode ser o disparo para uma nova compreensão, para uma mudança de concepção, para um movimento pensante.

E mais: um livro é um relevante dispositivo de disciplina, qual seja, de treino da atenção e do silêncio. Em meio à rapidez da circulação de informações típica dos dias de hoje, um livro impõe, de certo modo, alguma necessária calma na sua leitura, exigindo dos leitores que parem, se desprendam um bocado da movimentação barulhenta e vertiginosa das variadas redes de comunicação e concentrem sua atenção no texto. Por ser uma tecnologia milenar, é como se um livro abrigasse certa rítmica, original, que se contrapõe à velocidade contemporânea.⁴²

Não é o caso, aqui, de propor um desligamento das redes e uma recusa da atualidade. No entanto, essa educação da atenção que um livro é capaz de propiciar pode ser importante justamente para se estar conectado nos termos atuais, sem ser atravessado e arrastado, simples e ingenuamente, por um fluxo veloz de informações.⁴³ A leitura é uma verdadeira oportunidade

⁴² “(...) a escrita pode ser considerada a tecnologia de transferência de informação mais antiga, e possivelmente mais eficiente, empregada pela humanidade até os dias de hoje” (NIGRO, 2007, p. 51).

⁴³ “(...) o problema não é tanto a ignorância como a falta de atenção. Já nada nem ninguém ensina a estar atento” (LARROSA; RECHIA, 2018, p. 67).

de treino de uma capacidade crítica, que pode se reverter em seleção, organização e discussão das informações do fluxo a que se está submetido hoje.

Sem contar que, em meio à fugacidade do que se diz, a lida com os livros aponta para um caminho de dizer elaborado através de um trabalho e de um cuidado de durabilidade. Basta pensar nos livros que atravessaram e atravessam gerações. *A origem das espécies* de Charles Darwin ainda hoje é legível, dentro, claro, da contextualização que atualmente se pode fazer. E mesmo as obras científicas cujas formulações propriamente científicas são datadas podem permanecer como registro de uma época e de manifestação de um espírito científico curioso e inspirador.

Quanto ao aspecto político, é uma questão de atentar ao quanto a vida, nas sociedades contemporâneas, está assentada na linguagem verbal escrita. Na verdade, a modernidade, como reconfiguração da vida no Ocidente, correspondeu a uma verdadeira revolução, que teve como uma de suas frentes o fortalecimento de uma cultura escrita, sobretudo, após a invenção da imprensa. A própria ciência, como forma de conhecimento central desses novos tempos, é um conhecimento publicável e, por isso, discutível em público. Não é à toa que a aprovação por uma comunidade científica é uma marca da produção desse tipo de saber.

Toda a formalidade de nosso convívio e organização social, em tese, tem de ser pública e a escrita é justamente o dispositivo que garante essa publicidade, por exemplo, por meio das regulamentações administrativas e jurídicas do Estado.⁴⁴ Esse espaço público que se reorganiza e que é o espaço dos enfrentamentos de toda ordem, sobretudo, políticos, é apoiado na escrita e, portanto, exige uma capacidade leitora de quem se ponha a ocupá-lo, em sua extensão, como um agente capaz, posicionando-se em seus conflitos e tensões.

(...) Tentar que práticas “aristocráticas” como a leitura e a escrita sejam instauradas na escola supõe, então, enfrentar — e encontrar caminhos para resolver — a tensão existente na instituição entre a tendência à mudança e a tendência à conservação, entre a função explícita de democratizar o conhecimento e a função implícita de reproduzir a ordem social estabelecida. (LERNER, 2002, p. 19)

⁴⁴ “A partir do século XV, e provavelmente antes, a utilização do escrito cumpriu um papel essencial em várias evoluções maiores das sociedades ocidentais. A primeira foi a construção do Estado de justiça e de finanças, o qual supôs a criação de burocracias, a constituição de arquivos, a comunicação administrativa e diplomática. É verdade que os poderes desconfiaram do escrito e, de diversos modos, esforçaram-se por censurá-lo e controlá-lo. Mas é verdade também que se apoiaram cada vez mais para o governo dos territórios e dos povos, na correspondência pública, no registro escrito, na ostentação epigráfica e na propaganda impressa. As exigências novas dos processos judiciais, a gestão dos corpos e das comunidades ou a administração da prova multiplicaram assim os usos e as obrigações de escrita” (CHARTIER, 2010, p. 10).

Se a discussão pública sobre os modos de organização social e política e a efetiva tradução dessa discussão na arena política levou o Ocidente a assumir o regime democrático como um modelo ideal, o letramento é, por isso, um imperativo. Nesse sentido, a escolarização não é um luxo, mas um dos fundamentos de ordem prática em que deve se assentar a democracia.⁴⁵ A escola não é só o lugar em que o mundo é apresentado, mas também o lugar em que ele, como questão, se faz passível de intervenção e transformação, em tese, para todos.

Se a escola é um lugar de possibilidade, não o é porque fornece aos estudantes ferramentas para uma vida vindoura, mas porque, em cada um de seus gestos, interrompe o sentido habitual do mundo e reapresenta esse mesmo mundo como um lugar de possibilidade, como algo ao mesmo tempo disponível e indeterminado. (MASSCHELEIN; SIMONS; LÓPEZ, 2017, p. 187)

É claro que não se pode negar as falhas e farsas do sistema democrático, como ele tem funcionado, especialmente entre nós. Mas tampouco se pode negar a importância da escola, não apenas dela, mas também dela, no sentido de efetivar uma possível autêntica participação de um maior número de pessoas nas instâncias decisórias da vida social: pública. No fundo e na superfície disso, dessa participação, da questão urgente dessa participação, está o acesso aos textos escritos e, portanto, a formação de leitores.

(...) O desafio que a escola enfrenta hoje é o de incorporar todos os alunos à cultura do escrito, é o de conseguir que todos seus ex-alunos cheguem a ser membros da comunidade de leitores e escritores.

Participar da cultura escrita supõe apropriar-se de uma tradição de leitura e escrita, supõe assumir uma herança cultural que envolve o exercício de diversas operações com os textos e a colocação em ação de conhecimentos sobre as relações entre os textos; entre eles e seus autores; entre os próprios autores, os textos e seu contexto... (LERNER, 2002, p. 17)

A espessura do vivo compartilha do entendimento da importância das práticas de incentivo e aprimoramento da leitura e da sua dimensão pública: do que elas têm de responsabilidade pública. Seus resultados, como livro (para)didático, acredito, vão (podem ir) nesse sentido. “(...) O necessário é fazer da escola um âmbito onde leitura e escrita sejam práticas vivas e vitais, onde ler e escrever sejam instrumentos poderosos que permitem repensar o mundo e reorganizar o próprio pensamento (...)” (LERNER, 2002, p. 18).

⁴⁵ “A escola é o lugar onde o texto é lido e comentado em público, publicado e tornado público. E é também o lugar onde todos são iguais enquanto leitores e escritores ou, em outras palavras, enquanto estudantes, enquanto recebidos igualmente pela letra como uma forma democrática de inscrição e transmissão do saber. Na escola, o texto, a letra está à disposição de todos, igualmente de todos” (LARROSA, 2018, p. 295).

A escrita aqui (re)pensada se quis (e quer) como resultante e provocadora de um envolvimento amoroso, não sentimental, mas lúcido e particip-ativo, não só com a Biologia, mas com a leitura, e com o mundo que, por ela, se abre. O amor pelos livros é o amor pelo mundo: amor pelo acontecimento contínuo e multifacetado do mundo e integração ao permanente processo de compreensão e construção a que ele nos convoca. A escola, como lugar dos livros e desse amor, pode e deve ser o lugar “onde interpretar e produzir textos sejam direitos que é legítimo exercer e responsabilidades que é necessário assumir” (LERNER, 2002, p. 18).

Ler não é um dever no sentido de uma obrigação, mas no sentido de uma dívida ou de uma tarefa – a dívida e a tarefa da leitura – que o professor dá quando remete o texto. Uma dívida é a responsabilidade que temos para com aquilo que nos foi dado ou enviado. Uma tarefa é algo que nos põe em movimento. Por isso, dar o texto é oferecê-lo como um dom e, nesse mesmo oferecimento, abrir uma dívida e uma tarefa, a dívida e a tarefa da leitura, a dívida que só se salda assumindo a responsabilidade da leitura, a tarefa que só se cumpre no movimento de ler. (LARROSA, 2010, p. 140)

Esse importante trabalho de formação de leitores se efetiva por meio de práticas escolares cotidianas, que possam ter a leitura como uma atividade central e articuladora, pensada e realizada em novas condições. Uma possível inovação é a não polarização entre uma leitura que possa ser usufruída, como se costuma fazer com textos poéticos, e outra que possa servir ao aprendizado e à informação, como se concebem os textos científicos e didáticos, ou seja, a conjunção de ambas leituras na lida com os mesmos textos.

Um texto escolar sobre Biologia, como *A espessura do vivo*, pode tanto ensinar e informar quanto pode se dispor a uma leitura prazerosa. Igualmente, um poema, um trecho de uma prosa literária ou uma letra de canção, como os citados no livro, podem provocar efeitos estéticos e apontar para certos traços da compreensão conceitual. Por isso, escrever tal livro teve como fim “repensar a leitura nas disciplinas científicas”, uma vez que “o esperado em relação a elas, se resumia à extração de informações úteis, sugerindo que as disciplinas de ciências têm apenas esse papel, sem objetivos de se pensar a formação do leitor” (CASSIANI; GIRALDI; LINSINGEN, 2012, p. 45).

Essa interdisciplinaridade planejada, esse pretendido trânsito por uma espécie de espaço inter-textual, resulta na modificação não apenas da relação e do envolvimento com o texto, mas também da compreensão de seu tema: ou seja, do conceito de vida e da própria Biologia. “(...) na produção de sentidos não está em jogo apenas o que é dito, mas como é dito (...). Assim, forma (leituras e escritas) e conteúdo (temas de ciências) estão inter-relacionados na produção

de sentidos sobre ciências em sala de aula” (CASSIANI; GIRALDI; LINSINGEN, 2012, p. 57).

Que ciência se apresenta através do uso exclusivo de textos impessoais, que abrigam um sujeito não exposto, que não é citado, que não apela a outros sujeitos com quem conversa, que não deixa entrevisto sequer uma ponta do contexto em que se pôde dizer o que se diz? O que um texto assim provoca e desperta além de certa respeitabilidade? O próprio modo como se diz o que a ciência diz pode contribuir para variações na sua compreensão.

Apesar de parecer simples e desimportante, a citação de textos de outras formas de conhecimento juntamente de um texto de base científica, por exemplo, já desloca o cenário linguístico, e mesmo epistemológico, em que a ciência costuma ser apresentada. A convocação de outros saberes (linguagens) a falarem junto com a ciência pode evitar sua superestimação excludente, indicando um cenário mais rico: no qual o mundo se diz de múltiplas formas, que podem ser articuladas dentro das limitações de cada uma delas.

Outra novidade promissora e intimamente associada é a oferta, aos leitores em sua formação, de textos diversos, mesmo nas aulas de Biologia ou outras das ciências ditas *naturais*: aulas que comumente são pensadas desobrigadas dessa preocupação. Um repertório textual diversificado pode requisitar operações também diversas dos leitores no seu enfrentamento e, por isso, um alargamento de sua compreensão leitora.

(...) diversificar as fontes de leitura dos estudantes, trabalhando com divulgação científica, textos literários, poesia, livro didático entre outros, além de textos não escritos como fotografias, filmes, imagens de diferentes fontes, pode tirar o sujeito de uma perspectiva dogmática, que o mantém estático diante da obra, impossibilitado de produzir sentidos outros que não os habituais (...). (FLÔR, 2009, p. 95)

Diante da centralidade dos livros na dinâmica escolar, da extensão que sua leitura pode adquirir, penso que *A espessura do vivo*, dentro dos limites e alcances de seu uso, circunstanciado como o uso do que quer que se use em uma sala de aula, pode resultar em uma contribuição significativa à formação de leitores. Além disso, por seus contornos próprios, sua presença na cena escolar pode gerar repercussões, problematizadoras ao menos, na compreensão da ciência e da vida: quem sabe também mobilizadoras, se a problematização não for já um modo de mobilização.

4.2 Até onde pode ir um livro de biologia?

Pensar em possíveis repercussões de um livro no contexto escolar, seja ou não didático em sentido estrito, seja ou não de Biologia, tem de ser necessariamente pensar na potência da leitura: a potência milenar da leitura mobilizada em favor da realização do papel próprio da escola. Portanto, cabe afirmar, e con-firmar, quantas vezes for, que ler não é ocupar um lugar de passividade e simples submissão diante do texto e, por conseguinte, do autor.

“Ler significa descortinar, mudar de horizontes, interagir com o real, interpretá-lo, compreendê-lo e decidir sobre ele. Desde o início a leitura deve contar com o leitor, sua contribuição ao texto, sua observação ao contexto, sua percepção do entorno” (YUNES, 1995, p. 186). A leitura é, portanto, uma atividade: exige a participação ativa dos leitores, e se faz, na verdade, uma inter-ação destes com o texto, uma ação sobre ele, uma interpret-ação.⁴⁶

Na leitura, o leitor se apropria do texto a partir de seu repertório cultural e, por meio deste, pode lhe atribuir sentidos, de certa forma, re-escrevendo-o ao interpretá-lo. Os sentidos do texto não são simplesmente decodificados: são trazidos à tona a partir do(a) leitor(a), de sua consistência existencial, em memória, inteligência, afetividade, imaginação, dentro do recorte social, cultural, político e econômico em que ele(a) vive. Afinal: “(...) ler é mais do que decodificar símbolos localizados em um texto escrito, é processo de atribuição de sentidos, de interpretações diante dos textos com os quais tomamos contato” (GIRALDI, 2010, p. 45).

No fim das contas, os textos só vivem, ou seja, só são propriamente textos, cumprindo seu destino, na medida em que são lidos. É claro que a leitura é a leitura de certo texto e não de qualquer um e que não se pode ler o que se queira de um texto específico. Cada texto existe em uma certa configuração, em um determinado arranjo de seus elementos, a partir de uma dada intenção autoral: cada texto, portanto, tem seus contornos.

No entanto, os sentidos que uma leitura alcança dentro dos contornos específicos de um determinado texto não dependem unicamente destes, mas do modo como tais sentidos se dão em uma existência leitora e, por isso, dependem também dos leitores.⁴⁷ O texto é o texto que é enquanto lido, desde sua leitura primeira pelo próprio autor. E o(a) leitor(a), por sua vez, é o(a) leitor(a) que é à medida que lê: este e outros textos, e, com eles, o mundo. Polos de um

⁴⁶ “A interpretação está presente em toda e qualquer manifestação da linguagem. Não há sentido sem interpretação” (ORLANDI, 1996a, p. 9 apud GIRALDI, 2010, p. 121).

⁴⁷ “A leitura não deve ser compreendida como um ato mecânico, pois a inteligência (ou inteligibilidade) de um texto não pode ser unicamente atribuída ao seu autor” (NASCIMENTO, 2008, p. 86).

enfrentamento, um estar frente a frente ou talvez, mais do que a frente, dentro de uma necessária interação, de uma irrecusável interpretação.

Esse desafio a que a leitura corresponde é, por si, um enriquecimento, uma vez que pode alargar a capacidade leitora, estimular e treinar certa destreza no cumprimento da aventura da lida com o texto. O enriquecimento da capacidade leitora, por sua vez, se desdobra como enriquecimento da experiência do mundo, uma vez que é com suas possibilidades, sua competência e seu repertório que um(a) leitor(a) o experimenta (lê): a leitura é leitura do mundo.

Os textos enriquecem o mundo também com seus sentidos, com seus apontamentos, indícios, suas afirmações e problematizações acerca dele: da dinâmica em que ele, mundo, se faz. A leitura pode disparar o pensamento, uma compreensão conceitual, uma apreensão afetiva de algum aspecto da realidade: na verdade, ela é, quando autêntica, esse próprio disparo. Como afirma Larrosa: “(...) depois da leitura, o importante não é que nós saibamos do texto o que nós pensamos do texto, mas o que – com o texto, ou contra o texto ou a partir do texto – nós sejamos capazes de pensar” (LARROSA, 2010, p. 142).

Daí que dar a ler, a partir da produção de um livro (para)didático, seja oportunizar essa complexa, desafiante e enriquecedora experiência que é a leitura. Não se trata de garantir, forçar ou promover, com precisão, a interpretação dos estudantes, mas de tentar que *A espessura do vivo*, pelo trabalho de linguagem de que ele resulta, pelo emprego que ele venha a ter na dinâmica de aula, possa criar oportunidades de que essa interpretação se dê, sabendo que ela está relacionada também à história de leitura de cada um.

Compreendemos que não é possível ensinar a interpretar. No entanto, ao trabalhar a linguagem de forma não naturalizada, problematizando a evidência de sentidos podemos promover gestos de leitura que levem a interpretações menos naturalizadas sobre o contexto (científico-tecnológico) em que estamos inseridos. (GIRALDI, 2010, p. 125-126)

Aqui, no caso, trata-se, especialmente, de ler e interpretar o mundo vivo, qual seja, o mundo nas manifestações do fenômeno da vida, que a Biologia, como ciência autônoma, se põe a dizer desde o século XIX. Assumida a leitura como atividade, é preciso, em prosseguimento, pensá-la na condição específica de leitura de textos biológicos, ou, em sentido mais amplo, de textos científicos. Por ser a ciência uma linguagem própria, a atividade de lê-la e o contínuo aprendizado e aprimoramento dessa leitura tem suas exigências também próprias.

A elaboração dessa explicação do mundo natural – diria que isso é fazer ciência, como elaboração de um conjunto de conhecimentos metodicamente adquirido

– é descrever a natureza numa linguagem dita científica. Propiciar o entendimento ou a leitura dessa linguagem é fazer alfabetização científica. (CHASSOT, 2002, p. 93)

Faz-se importante, com isso, apontar para um conceito, que acabou se constituindo como um relevante campo de investigação da educação científica: a *alfabetização científica*. Consideravelmente disseminado, no entanto, este termo não domina a cena em que se dão as discussões por ele encaminhadas acerca da relação dos estudantes com a linguagem científica: por vezes, ele é substituído por *letramento científico*. Daí que, em primeiro lugar, desponte o caráter inusitado dessa divergência. Que diferença faz dizer *alfabetização* ou *letramento científico*⁴⁸?

Alfabetização e letramento são termos próprios dos estudos da língua materna. Apesar da proximidade aparente entre ambos, não se trata de variações nos modos de dizer uma mesma condição: apontam, pelo contrário, para condições relacionadas, mas diferentes. O termo alfabetização estaria relacionado ao domínio do código da linguagem escrita. Já letramento estaria relacionado ao emprego da leitura e da escrita como práticas sociais.⁴⁹

Assim, uma pessoa alfabetizada seria aquela que conhece o alfabeto e, com isso, consegue reconhecer o que está escrito em um texto. Uma pessoa letrada seria aquela, em geral, alfabetizada, que consegue se valer da leitura e da escrita em suas interações sociais. Por isso, nem toda pessoa analfabeta é necessariamente iletrada: quando, por exemplo, consegue identificar sinalizações cotidianas, como marcas de produtos, e até certas funcionalidades textuais.⁵⁰ Nem toda pessoa alfabetizada, por sua vez, é letrada: quando, mesmo identificando as palavras de um texto, não consegue efetivamente interpretá-lo e usá-lo.

Na verdade, o que se pretende, de modo geral, com a educação científica é tanto uma alfabetização quanto um letramento em termos de uma linguagem científica, no sentido de que os estudantes sejam capazes de reconhecer a formatação própria dessa linguagem e de realizar a apropriação e mobilização dela quando necessário, possível ou desejável. Uma vez que a

⁴⁸ Ambos resultam da tradução de *scientific literacy*, termo original com que se iniciou a sinuosa trajetória do conceito em questão em meados do século XX nos Estados Unidos (TEIXEIRA, 2013, p. 801-802).

⁴⁹ “(...) alfabetizado nomeia aquele que apenas aprendeu a ler e a escrever, não aquele que adquiriu o estado ou a condição de quem se apropriou da leitura e da escrita, incorporando as práticas sociais que as demandam” (SOARES, 2000, p. 19).

⁵⁰ “Assim, um adulto pode ser analfabeto, porque marginalizado social e economicamente, mas, se vive em um meio em que a leitura e a escrita têm presença forte, se se interessa em *ouvir* a leitura de jornais feita por um alfabetizado, se recebe cartas que outros leem para ele, se *dita* cartas para que um alfabetizado as escreva (e é significativo que, em geral, dita usando vocabulário e estrutura próprios da língua escrita), se pede a alguém que lhe leia avisos ou indicações afixados em algum lugar, esse analfabeto é, de certa forma, letrado, porque faz uso da escrita, envolve-se em práticas sociais de leitura e de escrita” (SOARES, 2000, p. 24).

ênfase em que se constitui o conceito de alfabetização me parece mais óbvia, penso ser preferível acentuar o caráter funcional, interpretativo e integrador, menos óbvio em contextos escolares mais ingênuos e equivocados, do conceito de letramento.

Dizer *letramento*, porém, não é se esquecer da alfabetização, sobretudo, porque se está a tratar da atuação da escola, que deve se dar nos dois sentidos: do aprendizado dos códigos das linguagens científicas e do aprendizado da interpretação ou mobilização dessas linguagens em sua presença na vida pública e privada. No mais: o modo como o termo *alfabetização científica* é usado na discussão brasileira comporta também o sentido mais propriamente referido pelo termo *letramento*.⁵¹

Alfabetizar cientificamente os alunos significa oferecer condições para que possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados a conhecimentos científicos (...).

Assim, em sala de aula, com o objetivo de alfabetizar cientificamente os alunos, devemos estar atentos a habilidades que podem ser agrupadas em 3 blocos: chamamos esse conjunto *Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica* (...).

O primeiro eixo estruturante refere-se à *compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais* (...).

O segundo eixo preocupa-se com a *compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática* (...).

O terceiro eixo estruturante da AC compreende o *entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, saúde e meio ambiente* (...). (CARVALHO (org.), 2013, p. 45-46)

Não interessa, aqui, que se trate de responder a um plano de formação de proto-cientistas, mas de garantir que as pessoas, em sua formação integral, sejam capazes de ler o mundo cientificamente, compreendendo as especificidades da ciência e reconhecendo, empregando e discutindo suas potencialidades e limitações. Portanto, trata-se de uma educação científica geral, sem pretensões de especialização, nem de formação profissional.

Nesse sentido, o letramento científico pode desde auxiliar na resolução de questões práticas do cotidiano até permitir um juízo mais crítico sobre certas decisões e intervenções públicas. Um valioso recurso para pensar essa extensão do letramento científico é a sua categorização, pensada pelo físico e professor Benjamin Shen. Segundo ele, o letramento pode ser de três tipos: *prático, cívico e cultural*.⁵² O primeiro justamente está relacionado à resolução

⁵¹ É possível também o uso do termo *enculturação científica*. Ainda assim, permaneço na escolha pelo termo *letramento*, seguindo a tônica geral da dissertação em sua ênfase no caráter linguístico da ciência e da escola.

⁵² “Benjamin Shen (1975) propôs, em artigo na revista *American Scientist*, três categorias para *scientific literacy* que não são excludentes entre si, mas distintas de acordo com o objetivo e a audiência” (CUNHA, 2017, p. 174).

de problemas práticos, especialmente quanto à saúde básica. O segundo, por sua vez, se refere a problemas sociais e políticas públicas em sua relação com a ciência.

Essas são as duas categorias mais comumente comentadas: a segunda, talvez, ainda com mais entusiasmo.⁵³ De fato, trata-se da democratização de uma linguagem fundamental para a vida moderna, em suas expressões mais cotidianas e privadas, por exemplo, na alimentação, no uso de um medicamento ou de um aparelho, e mais amplas e públicas, por exemplo, na produção de alimentos, medicamentos e aparelhos e seus custos ambientais. Porém, há ainda uma terceira categoria: o letramento científico cultural, voltado para a apreciação da ciência como realização humana.

É justamente em relação a esta terceira categoria que *A espessura do vivo* pode ser visto mais diretamente como participante de um esforço de letramento. A discussão do conceito de vida, sendo feita na escola, pode proporcionar uma experiência de certa integração à aventura centenária do enfrentamento compreensivo da complexidade do mundo que a ciência é e, por isso, de alguma participação em uma produção cultural de grande amplitude e valia. “Nesse sentido, pode-se considerar que muitos conteúdos científicos se justificam não pelo seu caráter prático imediato, mas pelo seu valor cultural” (SANTOS, 2007, p. 481).

Há, nisso, não só a apropriação de uma valiosa herança cultural, mas ainda uma dimensão, não dispensável, nem pouco valiosa, de exercício de pensamento e desenvolvimento intelectual, senão também de gozo de certo prazer estético. É válido atentar ao fato de que a ciência não é só uma prática social, mas existencial: contribuindo para uma formação não apenas cidadã, nos termos em que muito se insiste, mas integral, voltada para múltiplos aspectos da existência humana.

Mas a aprendizagem das ciências pode e deve ser também uma aventura potencializadora do espírito crítico em um sentido mais profundo: a aventura que se supõe em enfrentar problemas abertos, participar na tentativa de construção de soluções... a aventura, em definitivo, de fazer ciência. (GIL-PÉREZ et al (eds.), 2005, p. 24, tradução nossa)

Há também outras duas prováveis contribuições de *A espessura do vivo*, que se dão em dois sentidos. Um deles é a possível repercussão no envolvimento dos estudantes com o fenômeno da vida em sua integralidade, o que pode ser importante em termos do necessário

⁵³ Como exemplo, há o CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), ou CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), não só como um enfoque, mas como um campo de investigação interessado especialmente no letramento científico cívico. Inclusive, um mérito deste campo é a indicação de que a educação científica seja associada a uma educação tecnológica.

reconhecimento do valor das práticas e políticas públicas de conservação da biodiversidade.⁵⁴ Isso não é trivial, sobretudo, diante da enorme biodiversidade brasileira, cuja possível eficiente conservação exige uma espécie de respeito e valoração para os quais o conhecimento pode contribuir.

O outro é a atuação do livro no sentido de propiciar uma visão menos ingênua da ciência, o que, indiretamente, pode ter algum resultado em termos de letramento cívico. O modo como se vê a ciência tem forte relação com o modo como se vê sua mobilização na vida pública. Vê-la, em sua natureza própria, de modo mais lúcido é algum encaminhamento na direção de não se deixar levar por discursos e proposições cientificistas ou tecnocratas.

Por exemplo, entender os limites da ciência é entender que o debate em torno de temas como a sexualidade humana em sua amplitude e a produção de alimentos transgênicos ultrapassa o escopo exclusivo da ciência e exige profundas reflexões éticas e existenciais, com as quais podem contribuir a Filosofia e a Arte. Em contrapartida, especialmente em nosso país, tem se mostrado cada vez mais importante afirmar o cuidado e a sofisticação processual envolvidos na produção da ciência, o que referenda sua importância como parâmetro do debate público, frente a moralismos e concepções pouco refletidas.

De qualquer maneira, o letramento científico tem de ser também a capacitação para o exercício de avaliação do lugar da ciência na dinâmica cultural. É caso tanto de se pensar através da ciência quanto de se pensar a ciência. São duas dimensões a serem devidamente tratadas, sem que sejam dissociadas. Valer-se da ciência para compreender o mundo com a justa lucidez é também se dedicar a compreender como a ciência participa do mundo, juntamente com outras formas de conhecimento a partir das quais o mundo se diz e faz.

Uma série de pesquisadores latino-americanos, num documento organizado pela UNESCO, enumeram o que chamam de *deformações* que a compreensão pública da ciência pode sofrer, inclusive, no processo de formação dessa compreensão durante os anos de escolarização. Tal listagem, porém, segundo o próprio texto, integra um esforço não no sentido de supor e indicar um método científico universal, mas a fim de se evitarem “simplismos e deformações claramente contrárias ao que se pode entender, em sentido amplo, como a aproximação científica no tratamento dos problemas” (GIL-PÉREZ et al (eds.), 2005, p. 31, tradução nossa).

⁵⁴ Isso será retomado mais adiante na seção 5.2 (*Que diferença faz se perguntar pela vida na escola?*).

É nesse sentido que assumo suas contribuições, mas evitando o termo *deformações*, que mais parece negar o intuito assumido pelos autores. De qualquer maneira, o texto aponta para possíveis qualificações ingênuas ou equivocadas da atividade científica. Esta pode parecer *descontextualizada*, alheia aos interesses e influências do contexto social e sem impactos nele, ou mesmo *individualista* e *elitista*, realizada individualmente por gênios de uma espécie de elite intelectual. Além disso, também pode ser concebida como *empírico-dedutiva* e *ateórica*, baseada em observações neutras, sem a assunção de ideias prévias, assim como *rígida* e *infalível*, realizada através de um controle metodológico absoluto.

Outros três perigos que se somam a estes é entender a ciência como *apromblemática* e *ahistórica*, ignorando suas circunstâncias históricas e os problemas cuja resolução lhe serviram de ponto de partida, ou *exclusivamente analítica*, subestimando os esforços de síntese de que ela também é feita. Por fim, também é possível o engano de pensá-la como *acumulativa*, o que é incompatível com o fato de sua história ser marcada não só por associações e complementaridades, mas por dissidências, conflitos e mudanças radicais.

Desses equívocos, acredito que *A espessura do vivo*, de algum modo, se contraponha a todos, nem que seja em apenas alguma passagem do capítulo *O que é biologia?*, que, dedicando-se a falar sobre a Biologia, fala brevemente sobre traços do conhecimento científico. No entanto, como conjunto de discussão, penso que o livro se coloca de forma mais contundente contra, ao menos, três deles.

Pela natureza mesma da discussão do conceito de vida, que é teórica, e pela afirmação, no livro, da importância da teoria como instauradora de uma espécie de paisagem conceitual por onde as pesquisas caminham, é presumível que os estudantes compreendam a importância e a presença da teoria na produção da ciência. Do mesmo modo, pelo caráter sintético próprio do conceito de vida, também se presume que os estudantes possam se distanciar do entendimento do fazer científico como fundamentado unicamente em esmiuçamentos analíticos.

O conceito de vida caminha justamente na direção contrária: de uma síntese, da definição de um conceito central, que permite reunir e articular uma série de aspectos da biologia. O mesmo papel integrador teve também a teoria da evolução pela seleção natural. Inclusive, o fato de que a ideia de evolução seja uma, e não a única, das possíveis ideias articuladoras de uma resposta à pergunta pela vida atesta a condição polêmica de tal discussão. Como achar que a ciência vive apenas de associações acumulativas de ideias, diante do conflito entre diferentes possíveis conceitos de vida?

Para além desses cuidados necessários com a concepção de ciência que um material didático evoca, há ainda uma legítima e relevante preocupação em relação ao ensino científico: cada vez mais forte nos espaços de discussão sobre o tema. Ela, inclusive, levou à consolidação de um campo de pesquisa e discussão na área: o *ensino investigativo* ou *por investigação*.

Trata-se da preocupação de que os estudantes não só aprendam os conceitos científicos, mas também, em alguma medida, os procedimentos de que se valem os cientistas para criá-los e manejá-los em suas produções. “Não podemos dizer que temos um ‘método científico’, entretanto temos etapas e raciocínios imprescindíveis em uma experimentação científica, o que a faz diferenciar de uma experimentação espontânea” (CARVALHO (org.), 2017, p. 6).

Daí que se fale em *investigação*: a proposta, em termos bem concisos, é a de que o ensino de ciências proporcione aos estudantes oportunidades de se envolverem em um legítimo processo de procura, onde, a partir de alguma questão motivadora, eles mesmos formulem ou organizem caminhos de resolução, realizando inferências, articulações, preparando testes e argumentações. Tal processo deve exigir participação ativa e autônoma dos estudantes: uma investigação, para se efetivar, tem de ser assumida como tal. Ele, por isso, exige do(a) professor(a) que atue, na verdade, como um mediador(a).

Uma investigação científica pode ocorrer de maneiras distintas e, certamente, o modo como ocorre está ligado às condições disponibilizadas e às especificidades do que se investiga, mas é possível dizer que toda investigação científica envolve um problema, o trabalho com dados, informações e conhecimentos já existentes, o levantamento e o teste de hipóteses, o reconhecimento de variáveis e o controle destas, o estabelecimento de relações entre as informações e a construção de uma explicação.

Em sala de aula, essas mesmas etapas podem ser trilhadas. (CARVALHO (org.), 2017, p. 43)

No entanto, para que essa tônica investigativa seja viável e benéfica, é importante que não seja compreendida de um modo reduzido e redutor. Não se trata de fazer com que a ciência escolar coincida com a ciência acadêmica, o que seria impossível: rumo à formação de quase-cientistas ou cientistas numa versão primária. A questão é dar a ver (ler) algo do *gestual* próprio do fazer científico, de apresentar a ciência como trabalho, inclusive, desconstruindo a ideia de uma ciência descontextualizada, feita de verdades universais descobertas repentinamente por gênios solitários.

No mais: há alguns possíveis e tentadores equívocos a se evitar. Na recusa deles é que *A espessura do vivo* pode se encostar no ensino investigativo, desejoso de interseções. Primeiramente, nem todos os conteúdos têm de ser necessariamente abordados em uma perspectiva investigativa, mesmo porque tal abordagem demanda, de modo geral, mais tempo

na sua execução. “O ensino de ciências por investigação seria uma estratégia entre outras que o(a) professor(a) poderia selecionar ao procurar diversificar sua prática de forma inovadora” (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 98).

Outro engano é achar que o ensino investigativo é necessariamente experimental, ainda que pese em sua formulação a ênfase, claro, nas ciências naturais como feitas, prioritária, mas não exclusivamente, por meio de típicas experimentações. De fato, os experimentos são ótimas oportunidades de trabalhar os trâmites de uma investigação e de aproximar a escola dos espaços acadêmicos. Porém, há abordagens experimentais tradicionais, que, de longe, não se detêm na clareza geradora de uma questão, nem incitam o protagonismo dos estudantes.

Inclusive, tais atividades também exigem cuidado, se não, podem gerar o engano de se assemelharem demasiadamente às experimentações científicas. Como se não houvesse o acaso e o erro como componentes significativos da produção científica, e tudo transcorresse com segurança e controle, como parece sê-lo nas simulações escolares, nas quais os resultados são, em geral, seguramente previstos. Como bem o sabem e o afirmam vários estudiosos do ensino científico: “As experiências em aula não são semelhantes às experiências dos cientistas” (GAGLIARDI, 1985, p. 34).

Estudos dirigidos, exercícios bem trabalhados, leitura de textos podem, por outro lado, dentro de seus limites peculiares, ser acionados em torno de uma experiência de investigação: de articulação conceitual, de formulação de hipóteses e argumentação. “Não importa a forma de atividade que venha a aparecer: o essencial é que haja um problema a ser resolvido; e as condições para resolvê-lo são muito importantes. Havendo necessidade de se atentar para que se façam presentes” (CARVALHO (org.), 2017, p. 43).

Mais um ponto importa, aqui, que se discuta em relação a essa questão. Não se pode esquecer que a leitura e, claro, a escrita também são gestos dos quais os cientistas não podem prescindir. Porque partem de compreensões teóricas prévias, em diálogo com uma tradição científica da qual querem participar, os cientistas leem. E justamente pelo imperativo dessa participação, atendendo à necessidade de legitimação pela comunidade científica, eles também escrevem. E mais do que isso: leem e escrevem para pensar cientificamente, para formular, consigo, de modo mais claro, seus pensamentos.

(...) na comunidade que faz ciências, a leitura e a escrita não desempenham um papel acessório. Elas são elementos constitutivos da atividade científica.

Se a escrita e a leitura têm uma grande importância na atividade profissional dos cientistas, uma ideia mais intuitiva que podemos ter é que, ‘por extensão’, a educação em ciências deve privilegiar o trabalho com textos. (NIGRO, 2007, p. 53)

Portanto, dispensar a exploração da leitura nas aulas não é uma opção possível no contexto do ensino investigativo ou de qualquer encaminhamento cuidadoso do ensino científico. Há um protagonismo dos leitores que não se deve ignorar. No caso de *A espessura do vivo*, ele se mostra, aliás, agudamente requisitado, uma vez que o livro não fornece uma resposta definitiva à pergunta que o motiva e atravessa.

O que é a vida no fim das contas? Tal questão não só atravessa o livro como seus leitores, exigindo deles um esforço avaliativo no sentido de respondê-la. Tal esforço compreende interpretação e argumentação, de modo que, diante das alternativas que o debate acadêmico contemporâneo oferece, os leitores se posicionem quanto a que caminho de resposta lhes parece mais confiável, eficiente ou fecundo. De modo bastante agudo, o livro se entrega a ser completado, em sua proposta de resolução do enigma do conceito de vida, por quem o venha ler.

Não é à toa que é um livro marcado por perguntas. Os títulos dos capítulos, como importantes marcações para a travessia do texto e traços enfáticos de sua identidade, são perguntas, que se articulam e se reperguntam, convocando os leitores a respondê-las. Há, através das perguntas, uma espécie de distribuição de brechas ao longo do livro, através das quais os estudantes podem se colocar: a ouvir e dizer, a ler e escrever, a reconhecer e descobrir, em suma, a estudar. Afinal, como diz Larrosa: “(...) estudar é ler e pensar, ler pensando, pensar lendo” (LARROSA; RECHIA, 2018, p. 268).

Todas as perguntas se desdobram da pergunta principal pelo que é a vida. E não se trata da pergunta como solicitação da resposta esperada: correta. É o caso de uma pergunta mobilizadora, na sua dinâmica de pro-vocação, de con-vocação ao dizer: ao dizê-la repetidas vezes, ao dizer suas múltiplas possibilidades de resposta e, com isso, mais ainda repeti-la. Portanto, pode vigorar como uma pergunta que não chega, serena, a uma resposta, mas cuja resposta é seu próprio percurso: o percurso intranquilo de enfrentá-la e debater-se com ela.

De fato, a tarefa do professor consiste em dar a pensar o assunto mas, simultaneamente, em mantê-lo como ainda não pensado. Muitas vezes os alunos acreditam que já sabem tudo e há que trabalhar para desvelar um certo não-saber porque apenas daí em diante pode surgir o pensar. (LARROSA; RECHIA, 2018, p. 65)

Outro detalhe é que sua leitura pode ser realizada subvertendo o itinerário previsto. Pelo caráter aforístico geral do texto, os leitores podem pular os capítulos, embaralhá-los em novas ordens sem grande prejuízo. Em tudo isso, *A espessura do vivo* pro-põe o disparo de uma

experiência leitora de intervenção e participação, de travessia mesmo do texto. “Travessia da linguagem: sair para encontrar o mundo, permanecer para narrá-lo” (SKLIAR, 2014A, p. 19).

Trata-se de um livro polêmico: uma espécie de livro-problema, que pode adquirir, por isso, conotações investigativas. No mais: é um livro também polissêmico, que se diz de muitas formas, rico em citações. Essas citações podem levar ao intenso processo de pesquisa, segundo o qual, desde sempre, um texto leva a outros. Todo livro é feito de outros livros e pode se afirmar nitidamente assim, de modo que sua leitura atenta os desencubra e os leitores possam sair, como bem entender, à sua procura.

De uma forma geral, obtivemos respostas sobre a leitura no ensino de ciências como algo bastante desestimulante, sem espaço para outras interpretações. Parece ser consenso entre os estudantes, em suas memórias, o uso do livro didático como uma das únicas leituras estabelecidas em suas aulas de ciências e uma busca de interpretações esperadas por seus professores. É nítida a ausência de textos que sejam pretextos para outros, que remetam a outras leituras e que estejam relacionados ao prazer, ao estímulo pelo gosto da leitura. (SOUZA, 2003, p. 3)

Um livro, ou, antes, sua leitura, a leitura que pode se dar por meio dele, não começa, nem termina. Não começa porque a leitura do que quer que seja é continuidade das leituras anteriores: não se parte do zero. Não termina também porque a leitura se emenda nas leituras futuras. A leitura (em senso estrito) de um livro é parte de um movimento coletivo de leitura (em senso amplo) de mundo, que está sempre pelo meio: sem começo, nem término. Nesse sentido, todo texto pode ser um hipertexto.

Na verdade, conhecemos o hipertexto há muito tempo. Aliás, desde o início dos textos e dos tempos. Quando um versículo bíblico remete a outro versículo, assim como quando um verbete de enciclopédia remete a outro verbete, ou mesmo a um outro livro, temos o hipertexto. É “hiper” porque explícita, na sua própria estrutura, que textos nascem de textos e geram textos, que livros se fazem de livros e fazem livros. (BERNARDO, 2007, p. 162-163)

O texto não só aponta para vários outros textos, como também indica vídeos. Trata-se de dois documentários: o brasileiro *Janela da alma*, dirigido por João Jardim e Walter Carvalho, que apresenta uma discussão interessante e inspiradora sobre a visão, o que pode se articular muito bem com a discussão sobre a natureza dos conceitos presente no livro; e o francês *Microcosmos*, dirigido por Claude Nuridsany e Marie Pérennou, que apresenta, com certo lirismo, imagens incríveis da diversidade de insetos.

Há ainda três animações, produzidas por um estúdio de design de Munique: Kurzgesagt. São animações que se pretendem educativas, apresentando uma linguagem visual muito própria

e um tom lúdico em suas explicações. Elas podem ser encontradas no canal do estúdio no Youtube, com legendas em português. Duas delas estão relacionadas à discussão geral sobre o conceito de vida (*Emergence – How stupid things become smart together?* e *What is life? The death is real?*), a terceira, ao conceito de evolução (*Mechanisms of Evolution – What is evolution?*).

Juntos, esses vídeos sugeridos contribuem para a configuração do texto do livro não só como polifônico, mas também como multimidiático. Além de contribuir para a discussão do tema central e sua rede conceitual e para a fruição dessa discussão, a linguagem audiovisual, com suas particularidades, demanda dos leitores, agora espectadores, outros caminhos interpretativos, enriquecendo seu processo geral de interpretação e apreensão crítica. Some-se a isso o fato, também enriquecedor, de que os vídeos têm formatos distintos e, portanto, apresentam conformações e exigências de *leitura* distintas.

Conceitos, por sua vez, são citados e podem suscitar o desejo de estudo de algumas questões específicas apontadas ou ligeiramente tocadas na discussão do livro. Estas podem se encontrar no campo das próprias Ciências Biológicas, como as referentes ao conceito de *conjugação*, *especiação*, *epigenética*, *metabolismo*, *percepção*. Podem ainda, partindo da Biologia, se estender a outros campos, como o permite o conceito de *autopoiese*, ou fazer o movimento contrário, no caso do conceito de *semiose*. Discussões biológicas e extrabiológicas se cruzam em possibilidades a serem exploradas pelos leitores.

Alguns cientistas também são citados, seja no texto, sendo depois integrados em uma breve lista de autores no fim do livro, seja nos quadros, onde suas falas expressivas contribuem com a discussão. Charles Darwin, Louis Pasteur, Ernst Mayr, Richard Dawkins, Stephen Jay Gould, Humberto Maturana, Jakob von Uexküll são exemplos do primeiro caso. François Jacob, John Maynard-Smith, Evellyn Fox Keller, Bertrand Jordan, Lynn Margulis são exemplos do segundo caso, fora os que se repetem nos dois casos.

Em ambas as condições de citação desses pesquisadores, pode ser despertado o interesse por suas obras e até mesmo por suas histórias de vida. Um interesse assim contribui para desmistificação da ciência e do cientista e pode dar a ver a atividade científica em sua face investigativa: gradativa e trabalhosa inclusive no caso de carreiras brilhantes. “Me parece que uma parte importante da educação científica deveria se orientar a ajudar os estudantes a recuperar algumas das lutas passadas e a ouvir as vozes autênticas daqueles que participaram no processo de formular uma nova forma de pensar” (SUTTON, 2003, p. 23, tradução nossa).

O próprio livro, também através de quadros, apresenta informações inusitadas a fim de despertar a curiosidade, por exemplo, sobre o número estimado de insetos, a peculiar digestão das vacas, a origem vegetal das páginas, a existência de cadeias alimentares abissais que não dependem da fotossíntese, o pertencimento das aves ao grupo dos dinossauros e outras coisas do tipo. A incitação da curiosidade é uma marca frequente de materiais de divulgação científica ou didáticos relacionados às ciências ditas naturais, como revistas e documentários.

Não é gratuito esse apelo: sua recorrência se explica pela sua funcionalidade. De fato, as Ciências Naturais, sobretudo as Biológicas, têm como objeto de estudo uma imensidade de fenômenos, que cobrem uma grande variação de manifestações, incluindo inúmeros exemplos fascinantes. O uso disso em favor do aprendizado científico se mostra geralmente proveitoso. Através da aproximação curiosa dos detalhes da vida de alguma espécie, se pode acabar aprendendo alguns conceitos que dão conta do modo como a ciência compreende e explica essa vida.

Os quadros de curiosidades se situam, portanto, nesse espaço em que, em uma espécie de dedicação apaixonada aos fenômenos que estuda, a ciência pode desvelar a dimensão extraordinária do ordinário. Além deles, há também quadros com sugestões diretas de pesquisas e de exercícios de escrita, que incitam a pesquisa por determinados assuntos e a sedimentação da reflexão sobre algumas questões na escrita.

Dentre os temas de pesquisa, posso citar: a existência de áreas de pesquisa que conjugam ciência e saberes populares, como a Etnobotânica; as tensões do contexto renascentista de surgimento da ciência; as diferenças entre dois padrões típicos de estratégias reprodutivas; os processos de hereditariedade que passam ao largo da herança genética, chamados em conjunto de epigenéticos; a complexidade multidimensional do conceito de saúde. Ou seja, tanto há temas que permitem articulações dentro do campo das Ciências Biológicas quanto fora: em diálogo com a Antropologia, a História e a Sociologia, para dar alguns exemplos.

Quanto aos exercícios, um deles, por exemplo, solicita que os leitores pensem a que perguntas (problemas) a formulação dos conceitos de gravidade, molécula e fotossíntese respondeu. Por mais trivial que pareça, tal solicitação exige uma compreensão genuína desses conceitos e permite a remissão, de alguma forma, ao contexto epistemológico de sua emergência. Não se trata, portanto, de perguntas que simplesmente levem à localização de informações no texto, como é comum de se ver.

Outros exemplos são a solicitação de discussão da relação dos animais com a reprodução vegetal e de problematização do equívoco comum de se achar que humanos descendem de

chimpanzés. Ambos tratam de conceitos importantes para o entendimento das questões biológicas e exigem, com isso, pesquisa, atenção e refinamento da compreensão conceitual. Estes e outros, de igual modo, se prestam mais à reflexão e argumentação do que à coleta de informações.

Outro exemplo nesse mesmo sentido é a solicitação da difícil listagem de características de todos os seres vivos e exclusivas deles. Esse é um exemplo especial, porque tal exercício, já feito, sem grande sucesso, ou consenso, por vários cientistas, serve como contraponto ao trabalho, mais consistente e desafiador, de formular possíveis conceitos de vida, como os abordados no livro. Mostra-se interessante, aliás, porque é um exercício malfadado e seu valor está justamente nisso.

Há ainda outros exercícios de natureza inusitada, que chamo de provocações. Não são bem exercícios a serem respondidos formalmente como os outros. São perguntas poético-filosóficas, destinadas a promover agudamente o estranhamento: perguntas a ecoarem no fim de cada capítulo, desdobrando-se para além do livro, sem deixar entrevistos textos de referência onde se possam achar possíveis respostas, ainda que não tenham exatamente uma resposta correta. Perguntas que se perguntam pelo perguntar, mais do que pelo responder.

De certo modo, ao longo do livro, se pode perceber um apelo à escrita, às vezes discreto e ligeiro (como no caso dos quadros das provocações), às vezes explícito (como nos quadros de exercícios). De certo modo, a escrita surge como possibilidade em decorrência de uma leitura autêntica. “Aprender a ler é aprender a escrever. Aprender lendo e aprender escrevendo. Porque através da leitura, a escritura libera um espaço para além do escrito, um espaço para escrever” (LARROSA, 2010, p. 146).

É claro que a incitação à escrita pode ganhar corpo de forma mais efetiva com a ação docente. Professores podem direcionar a leitura do livro, estimulando-a ou estendendo-a por meio da proposição de atividades: tanto individuais, como resenhas, elaboração de argumentações e mapas conceituais, quanto coletivas, como seminários e debates. Aliás, eles podem utilizar o livro como um todo, ou se ocuparem com as discussões de um ou mais capítulos isolados. Em ambos os casos, a leitura sob sua orientação pode se tornar mais rica, seja como um trabalho formal, seja como um projeto paralelo.

Com a intervenção docente, a escrita não só pode ser mais estimulada, como também acompanhada. A atuação dos professores pode deixar mais claro o caráter de investimento laboral que há no exercício da escrita. Escrever não é copiar, citar, repetir as formulações do texto: é enfrentá-lo naquilo que ele diz e elaborar caminhos próprios de dizer, com o texto,

contra ele, a partir dele. É, portanto, em continuidade com a leitura, uma questão de calma, de atenção e de elaboração.

Ler é, de alguma forma, submeter-se a uma voz alheia. E esta época (...) ordena sempre ter uma voz própria, mas o ordena pressupondo que já tem uma voz própria e não se tem que trabalhar para tê-la, e com isso a única coisa que se dá, que se fomenta, é a banalidade da opinião, um falar que não abandona nunca sua “zona de conforto” ou, dito de outro modo, as zonas de consenso. Ler é também “desejar dizer algo”. E para isso há que se atentar ao que o texto diz e também, evidentemente, a como o diz. (LARROSA; RECHIA, 2018, p. 266)

A escrita a partir do texto pode ser um comentário crítico a seu respeito, ou mesmo um desdobramento no sentido do aprofundamento de discussões apontadas. Isso exige o reconhecimento das ideias principais apresentadas e das articulações entre elas: o reconhecimento e juntamente a avaliação dessa delicada composição de ideias que um texto é em seu encadeamento. *A espessura do vivo*, como um texto de alguma robustez, se dá, quanto mais através de seu uso planejado, à vivência desse complexo operacional que vai da leitura à escrita pelos estudantes.⁵⁵

No entanto, ele pode também revirar planejamentos, mobilizando encaminhamentos imprevistos, despertando questões inusitadas, fomentando extravios. Este, afinal, é o custo de uma leitura autêntica, que, por isso, é livre suficientemente para surpreender no seu desenrolar: o custo e a graça da liberdade de ler e pensar. Um livro é (deve ser) também qualquer coisa de des-concertante: um dispositivo tecnológico, simples, mas não modesto, milenar, mas não ultrapassado, capaz de provocar deslocamentos simbólicos, pensantes, afetivos, por vezes, até mesmo físicos.

Difícil é, por isso, precisar quais são suas repercussões ou resultados. O que começa quando a leitura de um livro começa? Se, de fato, é uma leitura como experiência dedicada de entrega e enfrentamento. Se, de fato, é um livro como experiência genuína de crítica e criação. Uma travessia? Aonde leva? Um livro pode ser o disparador de contínuos (re)começos: de questionamento, estranhamento e pro-cura.⁵⁶ É assim que *A espessura do vivo* se quis ao longo de sua escrita e se quer ao longo de sua leitura.

⁵⁵ “(...) uma das mais significativas descobertas do leitor criativo é que ele pode tornar-se um escritor criativo, e isso no momento em que, ludicamente, reescreve o que leu por ter lido de um modo pessoal e dialógico” (PERISSÉ, 2004, p. 89).

⁵⁶ “Somos, como dizia Guimarães Rosa, rascunhos de nós mesmos! Escrevendo, escrevemo-nos. Mas lendo também nos escrevemos!” (PERISSÉ, 2004, p. 101).

No mais, ele está disponível às escolhas dos professores. São eles que podem decidir se o usam inteiramente, ou se se aproveitam de um ou outro capítulo e quando, e podem, assim, garantir que esse uso faça sentido. O livro tanto se presta à realização de algum projeto paralelo, como algumas escolas o permitem ou mesmo incentivam, quanto a um uso no transcurso habitual das aulas. Ele pode, por exemplo, substituir a costumeira discussão inicial sobre a vida a partir da lista das características dos seres vivos, uma vez que tal listagem é um esforço parcial no enfrentamento do desafio de pensar a vida.

O livro pode ser utilizado inteiramente no primeiro ano, mas também pode ser dividido em partes, o que parece mais indicado, ficando, neste caso, reservado ao primeiro ano, ao menos, os capítulos iniciais. Assim, ele pode se prestar a uma apresentação do que seja a Biologia e da vida como um conceito central e complexo. Pode ser o caso também de haver uma primeira leitura no primeiro ano, mesmo com as insuficiências próprias dessa fase inicial, e um retorno, mais maduro, dos estudantes ao livro no terceiro ano. Assim, a discussão sobre a vida teria um caráter de abertura e encerramento do ensino médio, atravessando-o.

Já no caso do destrinchamento do livro, suas partes podem ser lidas ao longo do surgimento de certas questões no currículo tradicional. Mesmo um uso assim, pela perspectiva panorâmica de onde o texto diz o que diz, pode haver repercussões no encaminhamento de tais questões. Por exemplo, pode-se deixar para ler os capítulos relacionados à autopoiese durante a discussão sobre os conteúdos de Biologia Celular: ainda assim é possível que tal leitura desloque a compreensão do que seja célula, metabolismo, síntese proteica.

O capítulo referente à biossemiose pode também, por exemplo, contribuir para a criação de uma nova atmosfera para a discussão sobre código genético, ação hormonal e nervosa, dinâmica populacional e interações ecológicas. Até mesmo o conceito de normatividade vital pode atravessar toda a discussão de fisiologia, em seu costumeiro acento sobre a saúde humana. São vários os usos possíveis e vários os alcances das repercussões a partir desses usos.

O contágio do espírito curioso e crítico com que foi escrito é a pretensão na qual ele se fundamenta, como um livro (para)didático e, portanto, entregue à leitura de estudantes e professores. É preciso lembrar que livros didáticos também podem causar relevantes influências nos professores, que também o leem, caso queiram usá-los. Se o professor é aquele que, lecionando, dá a ler é também quem lê antes e durante. “Um professor (...) é um leitor que dá a ler” (LARROSA; RECHIA, 2018, p. 271).

Acredito, por isso, ser razoável não subestimar a interação de professores com o livro aqui comentado. Suas peculiaridades frente aos livros didáticos costumeiros provocam

estranhamentos e, com eles, possíveis deslocamentos, mesmo que sejam no sentido de uma crítica desejosa de recusa. Mesmo assim, se faz oportuna uma reflexão por parte dos professores e, com isso, ganha o processo pedagógico, que, melhor se realiza, quanto mais é fruto de decisões refletidas.

Há também, convém lembrar, chances de alguma adesão, seja à sua polissemia, seja a certa visão de ciência que o atravessa, quando não à importância da discussão específica a que ele se dedica. Quantos professores de Biologia tiveram ao longo de sua formação e atuação docente a oportunidade de discutir o conceito de vida? Quantos leram livros de biólogos escritores? Quantos atentaram à dimensão teórica que fundamenta qualquer elaboração experimental? Há que se admitir a possibilidade de que o livro possa cumprir seu intento de apresentação na sua relação com todos os seus leitores: sejam estudantes, sejam professores.

5. Como um livro interfere no currículo?

(Discussão)

5.1 Como a biologia se pergunta pela vida?

Um livro não só é uma conversa, como também é um percurso do pensamento. Sendo ele escolar, é um pensamento que se descortina nas bordas de algum tema, de modo que, nessa abordagem, ele se torne uma matéria escolar. É nesse sentido que o livro aqui em questão se faz uma convocação, escolar, ao percurso biológico de abordagem de um enigma fundamental das ciências da vida: o próprio conceito de vida.

Afinal de contas, o que é esse fenômeno intrigante que caracteriza profundamente a dinâmica deste planeta há bilhões de anos? Dele, não somos, em nossas singularidades fundamentais, mais do que uma entre milhares de outras expressões. Por certo, devido a essas singularidades mesmas, acabamos nos fazendo esse ponto em que a vida se dobra e, em nós, através do nosso modo de vivê-la, se pergunta por si mesma. Quais respostas a Biologia pôde ou pode ainda aprontar? Em que medida dizer o mundo biologicamente é também, ou se esperaria que fosse, dizer a vida naquilo que ela é?

A formulação direta de uma pergunta pela natureza própria da vida, por estranho que pareça, não é um gesto típico dos biólogos em sua ocupação com os procedimentos habituais de coleta e observação em saídas de campo, suas práticas de laboratório, dentre outras. “É muito comum entre os biólogos a ideia de que definir vida é um empreendimento fútil (...) Eles simplesmente afirmam (com alguma justificativa) que uma definição não tem qualquer utilidade na resolução dos vários quebra-cabeças experimentais da pesquisa normal” (EMMECHE; EL-HANI, 2006, p. 4). De modo geral, tal indiferença já se inscreve nos próprios programas de sua formação acadêmica.

No entanto, se estão no campo ou no laboratório, em busca de possíveis soluções para as perguntas direcionadoras de suas pesquisas, os biólogos, além dos instrumentos próprios de sua prática, conforme a área, portam aparatos teóricos, como conceitos e modelos. Não há observação neutra, que não seja precedida por ideias prévias: ideias que conformam o que se quer e se pode observar. Como bem o disse François Jacob:

Para que um objeto seja acessível à análise, não basta aperceber-se dele. É preciso também que uma teoria esteja pronta para acolhê-lo. Na relação entre a teoria e a

experiência, é sempre a primeira que inicia o diálogo. É ela que determina a forma da questão, portanto, os limites da resposta (...). (JACOB, 2001, p. 22)

A célula que se vê ao microscópio não é apenas certa materialidade organizada, mas seu enquadramento em uma elaboração conceitual. São as lentes conceituais que conformam o que as lentes do aparelho exibem em uma existência característica, que se concebe e se reconhece como uma célula. Mesmo os elementos mais corriqueiros se fazem visíveis e dizíveis nessa relação em que a possibilidade de se dizer, enquanto ordenação e instauração mesma do mundo, se encontra no âmago da possibilidade de se ver: na vigência de regimes de visibilidade e enunciação.

Uma palmeira que se veja é vista em certa região ontológica do mundo que indicamos justamente ao entendê-la e dizê-la como uma palmeira. Isso também se pode dizer de um pássaro, um órgão, uma relação ecológica, o que quer que seja, um ser vivo... Para onde apontamos ao dizê-lo assim: *vivo*? Desde o século XIX, é para a vida que apontamos e, através dela, para a ciência que se constituiu justamente na possibilidade e no empenho de se falar sobre ela: de estudá-la.

Até então, os seres vivos eram reconhecidos como parte de uma cadeia contínua, formada por todos os seres naturais. Surgidos desde sempre, eles todos podiam ser compreendidos a partir da expressão de determinadas propriedades aparentes, através das quais eram encadeados: das formas mais simples às mais complexas. “Pois, até o final do século XVIII, não existe uma fronteira bem definida entre os seres e as coisas. O vivo se prolonga no inanimado sem descontinuidade” (JACOB, 2001, p. 39). Nesse sentido é que se pensava em termos da clássica divisão da natureza em três reinos: mineral, vegetal e animal.

Com efeito até o fim do século XVIII, a vida não existe. Apenas existem seres vivos. Estes formam uma, ou antes, várias classes na série de todas as coisas do mundo: e se se pode falar da vida, é somente como de um caráter – no sentido taxinômico da palavra – na universal distribuição dos seres. Tem-se o hábito de repartir as coisas da natureza em três classes: os minerais, aos quais se reconhece o crescimento, mas sem movimento nem sensibilidade; os vegetais, que podem crescer e que são suscetíveis de sensação; os animais, que se deslocam espontaneamente. (FOUCAULT, 2007, p. 222)

No século XIX, é como se tal compreensão dos seres vivos, minuciosamente detida na sua superfície visível, traduzindo-a em uma criteriosa linguagem classificatória, tivesse se aprofundado seres vivos adentro, revelando, neles, sua consistência, sua espessura: em órgãos e funções. “O que dá aos seres suas propriedades é um jogo de relações que secretamente une

as partes para que o todo funcione. É a organização oculta através da estrutura visível” (JACOB, 2001, p. 50). O que se vai revelando, com isso, é uma condição peculiar dos seres vivos: sua própria vida, que desponta, então, como uma diferença inegável e uma questão.

Progressivamente, é no interior dos corpos que reside a possibilidade de sua existência. É a interação das partes que dá significado ao todo. Os seres vivos tornam-se então conjuntos tridimensionais em que as estruturas se superpõem de acordo com uma ordem ditada pelo funcionamento do organismo considerado em sua totalidade. A superfície de um ser é comandada pela profundidade e o visível pelo invisível das funções. O que rege a forma, as propriedades e o comportamento de um ser vivo é sua organização. É pela organização que os seres se distinguem das coisas. (JACOB, 2001, p. 81)

No surgimento da vida como algo reconhecível, observável e dizível, portanto, contundentemente real, se estabelece um corte radical entre os seres naturais. Torna-se não só possível, mas inevitável identificar, entre os escombros de uma cadeia única dos seres, uma espécie de mundo de seres vivos, *orgânico*, e outro de seres não vivos, *inorgânico*. Justamente a organização se impõe como uma marca própria da vida, estando na raiz dos termos que nomeiam essa divisão, que hoje tanto usamos sem nos dar conta.

Essa mudança no regime de visibilidade e enunciação dos fenômenos vitais, destacando a vida como um domínio à parte do conjunto da natureza, como fundamento e expressão do orgânico, demandou uma ciência específica que a ela se dedicasse: uma Biologia. Eis que “(...) aparece assim uma nova ciência que tem como objetivo não mais a classificação dos seres, mas o conhecimento da vida, e como objeto a análise não mais da estrutura visível, mas da organização” (JACOB, 2001, p. 82). Só assim uma ciência da vida se fez possível, substituindo, em sua novidade radical, o saber e a prática, anteriores, da História Natural.

Pouco a pouco surge o objeto de uma ciência que estuda não mais os vegetais ou os animais enquanto elementos constituintes de certas classes entre os corpos da natureza, mas o ser vivo a quem uma certa organização confere propriedades singulares. Para designar esta ciência, Lamarck, Treviranus e Oken utilizam quase que simultaneamente o termo Biologia. (JACOB, 2001, p. 94)

Desde o século XIX, vinga a ideia de vida como uma espessura mesma do que é vivo: sua condição, sua constituição consistente e dinâmica num corpo. No entanto, apenas no século XX, a ênfase na organização da vida como uma espécie de suporte teórico necessário e principal pôde se mostrar uma via, *organicista*: a mais razoável, em tese. Até então, como nos conta o zoólogo estadunidense e ilustre entusiasta da Biologia Ernst Mayr, essa ciência foi a arena entre

duas tendências de compreensão da vida que se opunham: o *mecanicismo* (ou *fisicalismo*) e o *vitalismo*.

Basicamente, o mecanicismo, no rastro do paradigma fundador da ciência moderna na Física, se dispunha a entender a vida a partir de seus componentes em comum com a matéria inanimada: de sua composição elementar e do jogo de forças a que tal composição está submetida. O vitalismo, como recusa a pensar a vida em termos mecânicos, qual fosse um ser vivo alguma espécie de máquina, apelava para alguma diferença definidora do vivo: algo como uma energia, um *elã*, uma *força vital*.

A fundação da Biologia, de algum modo, se amparou em um reconhecimento, de inspiração vitalista, da diferença da vida diante da matéria inanimada. No entanto, como se tornou inegável depois, não é o caso de haver algum fator especial, para além da constituição material dos seres vivos, como os vitalistas defenderam equivocadamente. Nesse sentido, a declaração mecanicista da vida como uma manifestação da matéria, subordinada às leis da Física e da Química, se mostra adequada. Porém, os mecanicistas não se deram conta de que essas leis, por elas mesmas, não são suficientes para entender as expressões peculiares da vida.

No século XX, justamente, o erro vitalista e a insuficiência mecanicista puderam se resolver em uma terceira via, que ganhou o nome de *organicismo*.⁵⁷ Nem por isso, no entanto, concepções mecanicistas deixaram de ter força. Apesar de o organicismo ter se apresentado como uma via mais razoável no debate teórico, a prática experimental, com o avanço da Biologia Molecular no mesmo século, experimentou uma ênfase na dinâmica molecular que tende a um reducionismo mecanicista, ou seja, à assunção de que os fenômenos biológicos se explicam no âmbito microscópico.

Os fisicalistas acertaram ao insistir em que não há um componente metafísico da vida e que, no nível molecular, ela pode ser explicada de acordo com os princípios da física e da química. Ao mesmo tempo, os vitalistas estavam certos ao afirmar que, ainda assim, os organismos não são a mesma coisa que a matéria inerte, mas possuem diversas características autônomas (...) Os organismos são sistemas multiordenados, bem diferentes de qualquer coisa encontrada no mundo inanimado. A corrente filosófica que terminou por incorporar os melhores princípios (após descartar os excessos de ambos) ficou conhecida como organicismo, e é o modelo dominante hoje. (MAYR, 2008, p. 21)

⁵⁷ MAYR, 2008, p. 38.

O organicismo é o reconhecimento de que a organização complexa da materialidade na vida é que responde por sua diferença, realmente inegável. Os seres vivos são feitos de moléculas, mas elas não são vivas. Sua organização numa totalidade articulada e dinâmica, que é a célula, é que se configura como viva. Seres vivos, por sua vez, são feitos de uma ou muitas *células*. No caso destes últimos, as células se organizam em uma unidade superior e, assim, por diante.

Dessa maneira, se pode falar em *tecidos*, *órgãos* e *organismos*. Além disso, mesmo os *organismos* podem se articular, resultando na formação de *populações*, seguindo, daí por diante, até *comunidades*, *ecossistemas*, e mesmo uma *biosfera*, enquanto totalidade constituída por todas as formas de vida do planeta. Em cada instância, o caso é de uma totalidade estruturada a partir da interação entre diferentes partes.

Portanto, discutir o que seja vida é reconhecê-la, primeiramente, a partir do que ela é de organização e complexidade: de interações e articulações entre múltiplas partes, que se reúnem em uma totalidade organizada, que, por sua vez, pode, como parte, também em interações e articulações, formar uma totalidade mais ampla, assim sucessivamente, das células à biosfera. Em cada nível, novas possibilidades se ensaiam, novas propriedades se expressam.

Nesse sentido é que, ainda segundo a orientação de Mayr, outra ideia vem somar-se como obrigatória ao esforço de compreensão da vida: a ideia de *emergência*.⁵⁸ Basta pensar em uma célula: seu metabolismo, sua capacidade de leitura do ambiente e de reprodução, por exemplo, não estão em cada uma das moléculas que a compõem, mas na totalidade dinâmica constituída a partir dessas moléculas, que interagem entre si e se rearranjam em uma rede organizada de reações químicas. Portanto, essas propriedades celulares emergem no nível da célula, a partir da organização de suas moléculas constituintes.

Uma propriedade é *emergente* quando se manifesta no todo a partir da articulação das partes, mas não se encontrava nas partes isoladamente, nem era previsível somente a partir delas. “A emergência, segundo a interpretação mais clássica, significa, de fato, o surgimento de propriedades novas em um conjunto, novas no sentido de que não estão presentes nas partes constituintes” (CAPRA; LUISI, 2014, p. 173). Daí que insistir em uma visão mecanicista seja um reducionismo: o malfadado engano de explicar o todo reduzindo-o às suas partes. Vale, no caso, a clássica máxima de que o todo é maior do que as partes.⁵⁹

⁵⁸ MAYR, 2008, p. 41.

⁵⁹ “As propriedades emergentes são as propriedades novas que surgem quando um nível superior de complexidade é atingido ao se reunir componentes de complexidade inferior. As propriedades são novas no sentido de que elas não estão presentes nas partes: elas emergem das relações e interações específicas entre as partes do conjunto

Não se pode explicar a célula, uma célula qualquer, simplesmente apelando para seus componentes. Uma célula é um todo dinâmico que se realiza no âmbito de uma rede de possíveis e contínuas interações entre esses componentes, na qual emergem propriedades que não se explicam pela simples consideração de cada parte. A vida não se restringe a uma determinada estrutura ou região da célula: ela é o que se manifesta no todo celular. “‘Onde a vida celular está localizada? (...)’ Há uma resposta óbvia e muito importante a essa pergunta: A vida não está localizada. A vida é uma propriedade global, que surge das interações coletivas das espécies moleculares dentro da célula” (CAPRA; LUISI, 2014, p. 173).

Tanto as partes, em sua interação, delimitam o todo, quanto o todo, em sua unidade, retroage sobre as partes. Tanto os genes, através dos processos de tradução e transcrição, determinam a estrutura e o funcionamento da célula, quanto o contexto celular, como um todo, em sua interação com o meio, regula a ativação da informação genética. Tanto os órgãos, com suas funções, conformam a condição do organismo, quanto este, em sua inteireza e ímpeto de sobrevivência, conforma o funcionamento dos órgãos e sua articulação.

Em geral, aceita-se que o desenvolvimento de propriedades emergentes, que é uma causalidade ascendente (de baixo para cima), está associado a uma corrente de causalidade descendente (ou de cima para baixo). Isso significa que o nível hierárquico superior afeta as propriedades dos componentes inferiores (...). (CAPRA; LUISI, 2014, p. 201)

Se tais aspectos não podem deixar de fazer parte de uma discussão sobre a natureza da vida, tal discussão, porém, pode seguir dois caminhos distintos: ou uma listagem de propriedades vitais ou uma conceituação propriamente dita. A primeira alternativa é o que o dinamarquês Claus Emmeche e o brasileiro Charbel El-Hani, estudiosos do tema, chamam de *visão tradicional sobre a definição de vida*. Tal visão, supondo que uma definição clara de vida é inviável e desnecessária, se restringe a listar aquelas propriedades que seriam características, ou mesmo essenciais, da vida. O problema, porém, é saber quantas e quais elas são.

Ernst Mayr, por exemplo, partindo da insatisfação com a insuficiência de listagens anteriores, propôs uma lista.⁶⁰ Em sua versão mais recente, constam oito propriedades:

organizado. Os primeiros pensadores sistêmicos expressaram esse fato na célebre frase: ‘O todo é mais do que a soma das partes’” (CAPRA; LUISI, 2014, p. 198).

⁶⁰ Mayr apresenta uma lista em seu livro *O desenvolvimento do pensamento biológico* e refaz essa listagem de modo diferente anos depois no livro *Isto é biologia: a ciência do mundo vivo*. Um comentário que antecede a primeira listagem é representativo do pensamento do autor sobre esse procedimento: “Não há dúvida de que os organismos vivos possuem certos atributos que não se encontram, ou não se encontram da mesma maneira, nos objetos inanimados. Autores diversos salientaram características diversas, mas eu não consegui encontrar na

*evolução, certas propriedades químicas, regulação, organização, teleonomia, magnitude limitada, ciclo de vida, condição sistêmica aberta.*⁶¹ No entanto, sua lista é mais uma certamente a gerar, entre outros propositores, a mesma sensação de insatisfação de que ele partiu. No fim das contas, parece haver um engano de partida, uma vez que a avaliação das listas possíveis depende de que sejam citadas propriedades que expressem a essência da vida.

De acordo com essa visão essencialista, algo é definido como membro de uma classe (no caso, “coisas vivas”) *se e somente se* compartilha com os outros membros de um conjunto permanente de propriedades essenciais, que podem ser listadas e verificadas. Surge, então, o problema do número e do tipo das propriedades que devem ser incluídas numa lista de condições essenciais, ou seja, suficientes e necessárias para a vida (...). De todas as listas possíveis, qual seria a mais correta? Como poderíamos garantir que uma propriedade essencial não foi deixada de fora? Ou que uma propriedade dispensável não foi incluída? Não temos como responder a essas perguntas, pelo simples fato de que não podemos ter acesso à essência da vida, àquilo que define essencialmente um ser vivo. (EL-HANI; VIDEIRA, 2000, p. 33-34)

Jacques Monod, por sua vez, apresenta uma lista mais concisa, de três propriedades: *teleonomia, morfogênese autônoma e invariância reprodutiva.*⁶² Inclusive, talvez por conta dessa concisão, ele ousa pensar alguma articulação entre elas, afirmando que “(...) o estatuto dessas três noções não é o mesmo. Se a invariância e a teleonomia efetivamente são ‘propriedades’ características dos seres vivos, a estruturação espontânea deve antes ser considerada como um mecanismo” (MONOD, 2006, p. 34).

O biólogo britânico John Maynard-Smith propõe uma lista ainda mais reduzida. Ele comenta articuladamente duas propriedades básicas: *metabolismo e funções.* Ao articulá-las, recorre ao conceito de evolução, chegando a afirmar que “entidades com as propriedades da multiplicação, da variação e da hereditariedade são vivas e entidades que não possuam uma ou mais destas propriedades não o são” (MAYNARD-SMITH, 1994, p. 22).

Nesses dois casos, especialmente no último, porque não se tratou simplesmente de listar propriedades, mas de articulá-las em alguma medida, já se anuncia a possibilidade de se assumir uma segunda alternativa na tarefa de pensar o que seja a vida. Conceituá-la é mais do que listar suas propriedades: é reorganizar a malha conceitual através da qual os fenômenos vivos são capturados, redistribuindo tensões e abrindo possibilidades a partir da assunção de uma perspectiva central, o máximo possível clara, coerente, integradora e universal.

literatura uma listagem adequada de tais traços. A lista que a seguir apresento é presumivelmente incompleta e um pouco redundante” (MAYR, 1998, p. 71).

⁶¹ MAYR, 2008, p. 44-45.

⁶² MONOD, 2006, p. 27-31.

Formular um conceito de vida desponta, então, como um trabalho teórico de grandes proporções, cujos desdobramentos são extremamente significativos para a pesquisa em Biologia. Tal conceito se aproxima daquilo que o filósofo da ciência estadunidense Thomas Kuhn chamou de *paradigma*: uma espécie de organização do pensamento e dos procedimentos científicos que delimita o que é legítimo que certo campo da ciência estude e pratique em tal estudo.⁶³

Estruturados a partir de certas abordagens e trabalhos reconhecidamente fecundos e inaugurais, e ainda abertos o suficiente para garantir a existência de uma série de problemas por serem resolvidos pela continuidade da prática investigativa, paradigmas definem rumos na ciência e, ao seu redor, se consolidam os acordos mínimos das comunidades científicas. Comparar o conceito de vida a um paradigma é chamar atenção para o fato de que, pela abrangência de fenômenos vitais a ele associado, tal conceito tem uma relevância funcional similar no âmbito da pesquisa biológica.

Um conceito de vida pode funcionar, portanto, como uma paisagem pensante, conceitual, por cujos relevos se encaminham as atividades dos biólogos, ainda que eles possam não se dar conta disso. Mesmo não enunciado ou problematizado, existe algo como um suporte teórico para a prática de uma ciência. O conceito de vida se mostra integrante de tal suporte no caso da Biologia, participando da definição daquilo que ela pode dizer e conceber, em suas muitas frentes de investigação.

Nesse sentido, Emmeche e El-Hani apontam para a existência de, ao menos, três versões paradigmáticas do conceito de vida em jogo no cenário acadêmico.⁶⁴ É o que chamo, aqui, de *vertentes* de conceituação da vida. São elas: a *neodarwinista* (evolutiva), bem disseminada, ainda que de modo implícito; a *autopoietica* e a *biossemiótica*, que vêm despontando crescentemente como alternativas viáveis.

A partir de uma visão paradigmática da vida, seja no neodarwinismo, na teoria da autopoiese ou na biossemiótica, a biologia pode explicar casos particulares de sistemas vivos (como uma mosca, uma tartaruga ou um ser humano), sem jamais perder de vista as razões pelas quais cada um desses organismos, a despeito de suas notáveis diferenças, pode ser caracterizado como diferentes casos de um único modo de existir, a vida. (EL-HANI; VIDEIRA, 2000, p. 54)

⁶³ KUHN, 2009, p. 29-30.

⁶⁴ Alguns trabalhos de outros autores citam o conceito de sistemas autônomos com evolução aberta, proposto pelos pesquisadores Kepa Ruiz-Mirazo, Juli Peretó e Alvaro Moreno. No entanto, esta proposta, menos do que uma via original, mais parece um esforço de síntese entre as vias autopoietica e evolutiva.

Cada uma dessas vertentes faz com que a vida, como questão, seja formulada de um determinado modo, garantindo algo como uma mudança no tom com que podemos falar sobre ela, em suas diversas manifestações. “A possibilidade de analisar novos objetos foi provavelmente a responsável pela transformação do estudo dos seres vivos (...) resultado de uma mudança na maneira de olhar o organismo, de interrogá-lo, de formular as questões a que a observação pode responder (...)” (JACOB, 2001, p. 21).

É o reconhecimento, mínimo, dessas três vertentes, que guia a discussão feita em *A espessura do vivo*. Três de seus seis capítulos dedicados a possíveis respostas à pergunta pela vida fazem referência direta a uma vertente: ... *Evolução?*; ... *Autopoiese?* e ... *Semiose?*. Outros dois fazem uma referência indireta: ... *Reprodução?*, mais relacionado à vertente neodarwinista; e ... *Desequilíbrio?*, à vertente autopoietica.⁶⁵ Inclusive, o livro foi alimentado, já na formação, tempos atrás, do interesse que agora se desdobrou na sua escrita, pelas contribuições da parceria que El-Hani estabeleceu com Emmeche.

A vertente neodarwinista é, de longe, a mais disseminada, ainda que tal disseminação não suponha necessariamente sua formulação, mas apenas a assunção de seus princípios, muitas vezes desacompanhada de uma reflexão consistente sobre seus alcances teóricos. Um *novo darwinismo*, claro, não deixa de ser um darwinismo.⁶⁶ Por isso, tal vertente é devedora, como a própria Biologia, da repercussão, desde meados do século XIX, da obra *A origem das espécies*, de um dos cientistas mais populares da história da ciência: o naturalista inglês Charles Darwin.⁶⁷ Nela, segundo Ernst Mayr, na verdade, cinco teorias são enunciadas.

A origem das espécies, de Darwin, estabeleceu cinco grandes teorias relacionadas com diferentes aspectos da evolução variacional: (1) que os organismos evoluem continuamente ao longo do tempo (o que poderíamos chamar de teoria da evolução em si); (2) que diferentes tipos de organismo descendem de um ancestral comum (a teoria da origem comum); (3) que as espécies se multiplicam ao longo do tempo (a teoria da multiplicação das espécies ou especiação); (4) que a evolução se dá por meio de mudanças graduais nas populações (a teoria do gradualismo); (5) que o mecanismo da evolução é a competição entre grandes números de indivíduos únicos por recursos limitados, o que leva a diferenças em sobrevivência e reprodução (a teoria da seleção natural). (MAYR, 2008, p. 241)

⁶⁵ O sexto capítulo (... *Normatividade?*) trata de uma formulação que não chega a ser reconhecida pelos autores como uma visão paradigmática, ou, nos termos deles, uma *ontodefinição*, mas que acredito ser interessante e pertinente a ponto de integrar o livro.

⁶⁶ O termo grego *neo*, presente no termo *neodarwinismo*, quer dizer *novo*.

⁶⁷ O título completo da obra é *A origem das espécies por meio da seleção natural ou A preservação de raças favorecidas na luta pela vida*.

A teoria da seleção natural é a grande marca do trabalho de Darwin.⁶⁸ De fato, com ela, foi proposto um modelo explicativo, razoável e sofisticado, do processo evolutivo, favorecendo a posterior consolidação da evolução como um fato irrecusável na Biologia, ao ponto de não soar absurda nem exagerada a famosa afirmação do geneticista ucraniano Theodosius Dobzhansky: “Nada faz sentido exceto à luz da evolução” (MAYR, 2008, p. 242).

O conceito de seleção de Darwin supõe algumas condições: variedade de indivíduos em uma população, hereditariedade, sobrevivência e reprodução diferenciais. Pensar a evolução não é pensar mudanças que ocorrem no âmbito do indivíduo, em seu tempo de vida, mas sim no âmbito de populações, que vão se renovando a cada geração. Em uma população, os indivíduos, não sendo todos iguais, não respondem da mesma maneira às exigências do ambiente em sua dinâmica. Se o ambiente muda, alguns indivíduos podem ter mais sucesso na sua sobrevivência e na sua reprodução.

Caso as características que lhe permitiram este sucesso sejam herdáveis, seus descendentes, mais numerosos, também a apresentarão. Da mesma forma, terão mais sucesso na sobrevivência e na reprodução, garantindo, ao longo das gerações, o espalhamento de tais características pela população. É possível, assim, até chegar ao ponto em que elas se tornem uma marca da população, apresentada por todos os seus integrantes. Tem-se aí uma mudança: que não foi dos indivíduos, mas da população, e que ocorreu por conta da sobrevivência e reprodução bem-sucedidas de certos indivíduos em detrimento de outros.

Daí que a reprodução seja um conceito central do ponto de vista darwinista, atendendo a um reconhecimento frequente, até intuitivo, dessa propriedade dos sistemas vivos como crucial para a sua compreensão. “Poucos fenômenos manifestam-se com tanta evidência no mundo vivo quanto a formação do semelhante pelo semelhante” (JACOB, 2001, p. 9). No entanto, um maior entendimento dos mecanismos da hereditariedade presentes no processo reprodutivo só foi desenvolvido a partir do século XX, com o resgate dos trabalhos experimentais do monge e pesquisador austríaco Gregor Mendel e a fundação da genética como um campo próprio.

A novidade suposta no termo *neodarwinismo* vem justamente da síntese que alguns pesquisadores realizaram, a partir da década de 30 do século passado, entre o darwinismo e os conceitos da genética: a *síntese moderna*.⁶⁹ Desde então, a compreensão da evolução foi sendo

⁶⁸ Tal conceito foi formulado, simultaneamente, por um contemporâneo de Darwin, com o qual, inclusive, ele dialogou: o também naturalista inglês Alfred Wallace.

⁶⁹ Dentre eles, especialmente Dobzhansky.

arrojada, ou ressignificada, a partir das ideias e conceitos da Genética e da Biologia Molecular, como o conceito de genes como porções de DNA que, através de máquinas moleculares, determinam a produção de determinadas proteínas, garantindo aos genótipos um papel determinante na expressão dos fenótipos, sobre os quais atua a seleção natural.

As mudanças evolutivas seriam, portanto, mudanças no reservatório genético a que corresponde uma população, formada pelo conjunto dos genótipos de seus integrantes. Como os fenótipos, em última instância, seriam a expressão, dentro dos limites ambientais, de uma espécie de programa inscrito no material genético, ao atuar sobre eles, a seleção natural resultaria em mudanças no repertório genético populacional.⁷⁰ No fim das contas, o ambiente, ao selecionar indivíduos, estaria selecionando genes.

Por isso, Emmeche e El-Hani tratam o conceito de vida defendido pela vertente neodarwinista como *seleção de replicadores*. *Replicadores* é um nome genérico para as moléculas capazes de se replicarem, garantindo a hereditariedade: no caso, os genes. Este é um termo cunhado por um dos mais radicais entusiastas dessa visão: o biólogo evolucionista Richard Dawkins. Inclusive, com sua polêmica noção de *genes egoístas*, ele chega a afirmar que os organismos não são senão máquinas de que os genes se servem para se perpetuarem com sucesso diante das exigências do ambiente.

Um polvo não se parece nada com um camundongo, e ambos são muito diferentes de um carvalho. No entanto, na sua estrutura química fundamental, eles são bastante semelhantes. Mais especificamente, os replicadores que eles carregam, os genes, são basicamente o mesmo tipo de molécula em todos nós – das bactérias aos elefantes. Somos todos máquinas de sobrevivência para o mesmo tipo de replicador – as moléculas chamadas de DNA –, porém existem muitas formas diferentes de sobreviver neste mundo e os replicadores construíram uma grande variedade de máquinas para explorar. (DAWKINS, 2007, p. 67-68)

Porém, mesmo com a assunção quase generalizada da relevância da evolução como conceito-chave da Biologia, muitas e interessantes problematizações da síntese moderna têm sido feitas, seja diretamente a ela, seja indiretamente, através de seu amparo na Genética. Por exemplo, a ideia de um *programa genético*, segundo o qual o genótipo pode ser considerado uma espécie de projeto do organismo já se mostrou equivocada, uma vez que o acionamento dos genes depende do contexto celular em que eles estão inseridos.⁷¹

⁷⁰ A seleção natural age sobre a variedade estabelecida a partir das mutações e da recombinação gênica possibilitada pela reprodução sexuada. Porém, outros processos também podem mudar o reservatório genético de uma população, como a deriva gênica e a migração.

⁷¹ “Esta é também uma metáfora que tem sido criticada na literatura (...), na medida em que traz consigo, em geral, o entendimento do desenvolvimento e do funcionamento celular/orgânico como se fossem controlados pelos genes,

O próprio conceito molecular clássico de gene se mostra em crise: já não se pode fazer a correspondência unívoca entre um gene e uma proteína. Há, por exemplo, a evidente quebra deste encadeamento simples por conta da necessidade de processamento, nas células eucariontes, da sequência inicialmente transcrita do DNA: o *transcrito primário*. Variadas porções dessa molécula, chamadas de *íntrons*, podem ser retiradas através de uma operação de corte-e-colagem, chamada de *splicing*, gerando diversos possíveis RNAs mensageiros, que, por sua vez, podem ser traduzidos em diversas possíveis proteínas.

Mesmo reconcebido como uma unidade funcional (por exemplo, a sequência emendada e editada do mRNA), o gene não pode mais estar acima e afastado dos processos que especificam a organização celular e intercelular. Esse gene é, ele próprio, parte e parcela de processos definidos e criados pela ação de um sistema complexo, dinâmico e auto-regulatório no qual, e para o qual, o DNA herdado fornece a matéria-prima crucial e absolutamente indispensável, mas não mais do que isso.

Em resumo, as evidências acumuladas nas últimas décadas nos obrigam a pensar no gene como (pelo menos) dois tipos muito diferentes de entidades: um, uma unidade estrutural – mantida pela maquinária da célula, de tal forma que possa ser fidedignamente transmitida de geração a geração; o outro, uma unidade funcional, que emerge somente da interação dinâmica entre um grande número de participantes, dos quais somente um é o gene estrutural do qual as sequências originais de proteínas são derivadas. Ou, para colocar de forma ligeiramente diferente, a função do gene estrutural depende não somente de sua sequência, mas também do seu contexto genético, da estrutura do cromossoma no qual ele está inserido (e que é ela própria sujeita à regulação desenvolvimental), e de seu contexto citoplasmático e nuclear – desenvolvimentalmente específico. (KELLER, 2011, p. 82)

Nem mesmo a herança genética pode ser considerada a via exclusiva da hereditariedade. Existem heranças epigenéticas, que passam ao largo da transmissão dos genes. Assim ocorre com as marcações por metilação na cromatina, que podem ser herdadas e interferem na possibilidade de expressão de certos genes.⁷² E há ainda heranças comportamentais no caso dos animais e, no caso humano, heranças simbólicas. É o que apontam as pesquisadoras Eva Jablonka e Marion Lamb ao falarem de uma *evolução em quatro dimensões*.

A biologia molecular mostrou que muitas das antigas suposições a respeito do sistema genético, que é a base da teoria neodarwinista atual, estão incorretas. Também

perdendo de vista a complexidade das redes de regulação do desenvolvimento e do metabolismo” (GOLDBACH; EL-HANI, 2008, p. 178).

⁷² “O DNA metilado, que é encontrado em todos os vertebrados, em todas as plantas e em muitos (embora não em todos) invertebrados, fungos e bactérias, tem um pequeno grupo metila [CH₃] ligado a uma de suas bases. A quantidade e a distribuição das bases metiladas variam muito entre os grupos de organismos (...) O que as bases metiladas no gene e em volta dele fazem não é alterar a proteína, mas influenciar a probabilidade de que ela seja transcrita. Em geral (mas não sempre), os genes em regiões densamente metiladas não são transcritos, embora ainda não se entenda como a metilação exerce esse efeito (...) Seja como for que funcione, os diferentes padrões de metilação que caracterizam diferentes tipos de célula são parte de um sistema que determina quais genes são silenciados e quais genes podem ser transcritos” (JABLONKA; LAMB, 2010, p. 159).

demonstrou que as células são capazes de transmitir informação às células-filhas através de herança não relacionada com o DNA (epigenética). Isso significa que todos os organismos têm pelo menos dois sistemas de hereditariedade. Além disso, muitos animais transmitem informação uns para os outros por meios comportamentais, o que lhes confere um terceiro sistema de hereditariedade. E nós, seres humanos, temos um quarto, porque uma herança baseada em símbolos, a linguagem em particular, desempenha um papel importante na nossa evolução. Está errado, portanto, pensar em hereditariedade e em evolução somente em termos do sistema genético. As heranças epigenética, comportamental e simbólica também fornecem variações sobre as quais a seleção natural pode atuar.

Quando se levam em conta todos os quatro sistemas de herança e as interações entre eles, surge uma visão muito diferente do darwinismo. (JABLONKA; LAMB, 2010, p. 13-14)

Outras duas problematizações diretamente relacionadas ao neodarwinismo se referem ao gradualismo e ao papel dos organismos na seleção. Stephen Jay Gould e Niles Eldredge, dois paleontólogos estadunidenses, propuseram, como contraponto ao gradualismo, o modelo do *equilíbrio pontuado*, segundo o qual a *macroevolução*, evolução para além do âmbito de uma só espécie, relacionada à formação de novas espécies, é marcada não por um ritmo cambiante gradual, mas por breves surtos de intensa transformação e longos períodos de estase.⁷³

Quanto à outra questão, Richard Lewontin, um biólogo também estadunidense, foi um dos que chamou atenção para o fato de que os organismos não são meros fantoches da seleção.⁷⁴ Não só os ambientes desafiam os organismos em seu esforço de sobrevivência, selecionando-os conforme suas possibilidades de sucesso, como também os organismos, de algum modo, através de sua organização, selecionam que aspectos do ambiente são relevantes e, a partir disso, interferem nesses ambientes, modificando-os. Se os organismos mudam em função dos ambientes, o modo como eles mudam os ambientes também muda.

A cada momento, a seleção natural está operando com vistas a modificar a composição genética das populações em resposta ao ambiente momentâneo; no entanto, à medida que essa composição se modifica, ela gera uma mudança concomitante no próprio ambiente. Assim, tanto o organismo como o ambiente são causa e efeito em um processo coevolutivo. (LEWONTIN, 2002, p. 128)

Apesar de todas essas problematizações, a evolução permanece como um conceito de tremenda importância histórica, ocupando um lugar fundamental na iniciativa oitocentista de síntese que resultou no surgimento da Biologia. Ainda hoje, ela permanece como um conceito

⁷³ MAYR, 2008, p. 263-264.

⁷⁴ “O organismo se torna, na teoria sintética da evolução, um ponto de encontro passivo de forças alheias a ele próprio. Ironicamente, o organismo se torna irrelevante para a biologia evolutiva, sendo entendido apenas como um meio no qual a força seletiva externa se confronta com a força interna produtora da variação (para uma crítica desta visão, ver Lewontin 1983, Levins & Lewontin 1985)” (EL-HANI, 2002, p. 4).

unificador da Biologia, tanto dentro do âmbito das produções biológicas quanto no âmbito da sua divulgação. Porém, em termos de uma discussão teórica do conceito de vida, a evolução não é um conceito definidor necessário.

Uma alternativa promissora à vertente neodarwinista é a autopoietica. Ela tem como fundamento o conceito de *autopoiese*, formulado, nos idos dos anos 70 do século passado, a partir do encontro do neurocientista chileno Humberto Maturana com o jovem pesquisador também chileno Francisco Varela. Tal conceito não só se dispõe como fundamento de uma formulação teórica de todo fenômeno biológico, justamente o que interessa aqui, mas também permite o desenvolvimento de uma teoria do conhecimento em geral.

(...) qualquer observação, mesmo a que permite reconhecer a validade efetiva de uma afirmação científica, implica uma epistemologia, um corpo de noções conceituais explícitas ou implícitas que determina a perspectiva da observação e, portanto, que se pode e que não se pode observar, que é e que não é avaliado pela experiência, que é e que não é explicável mediante um conjunto determinado de conceitos teóricos. Que este tem sido um problema básico para o tratamento conceitual e experimental dos fenômenos biológicos é claro na história da biologia, que mostra uma procura contínua de uma definição da fenomenologia biológica que permita sua explicação total por meio de noções bem estabelecidas e, conseqüentemente, sua plena validação no âmbito da observação. Neste sentido, as noções evolutivas e genéticas têm sido até agora as de maior êxito. Porém, ainda que estas noções ofereçam um mecanismo para a mudança histórica, por si mesmas são insuficientes porque não definem adequadamente o âmbito da fenomenologia biológica. De fato, as ideias evolutivas e genéticas, ao darem ênfase na troca, tratam a espécie como fonte de toda a ordem biológica, assinalando que a espécie evolui, enquanto os indivíduos são componentes transitórios, cuja organização está subordinada a sua fenomenologia histórica. No entanto, por ser a espécie em todo momento, concretamente, uma coleção de indivíduos em princípio capazes de interação reprodutiva, disto resulta que o que definiria a organização dos indivíduos é desde o início ou uma abstração, ou algo que requer a existência de indivíduos bem definidos. De onde provêm a organização do indivíduo, qual é o mecanismo que a determina? (...).

Do que ficou exposto é claro que a chave para compreender a fenomenologia biológica é entender a organização do indivíduo. Nós temos demonstrado que esta organização é a organização autopoietica. Além disto, temos demonstrado que esta organização e sua origem são plenamente explicáveis na base de noções simplesmente mecanicistas (...). (MATURANA; VARELA, 1997, p. 111-112)

Segundo os autores, seres vivos são máquinas, mas no sentido de unidades “formadas de componentes caracterizados por determinadas *propriedades* capazes de satisfazer determinadas *relações* que determinam na unidade as interações e transformações desses mesmos componentes” (MATURANA; VARELA, 1997, p. 69). Há ainda um detalhe significativo, ressaltado por eles: “o fato de que a natureza concreta dos componentes não tem importância, e que as propriedades particulares que eles possuem, fora das que intervêm nas transformações e interações dentro do sistema, podem ser quaisquer umas” (MATURANA; VARELA, 1997, p. 69).

Portanto, para Maturana e Varela, uma explicação mecanicista não se dispõe exatamente a explicar as propriedades do todo pelas *propriedades* dos seus componentes, mas explicá-las a partir das *relações* entre seus componentes, uma vez que suas propriedades que não interferem nas suas possibilidades de relação podem ser ignoradas. O que está em jogo, assim, é como se dá uma organização, como tais componentes interagem e se relacionam, constituindo um sistema distinto no mundo físico.

Nosso enfoque será mecanicista: não serão utilizadas argumentações nem se recorrerá a forças que não se encontrem no universo físico. No entanto, nosso problema é a organização do vivo, e, por consequência, o que nos interessa não são as propriedades de seus componentes, mas os processos, e relações entre processos, realizados por meio de seus componentes. (MATURANA; VARELA, 1997, p. 67)

É com a escolha pelo mecanicismo nesse entendimento próprio e com essa complexa definição do que seja máquina que os autores afirmam os seres vivos como máquinas. No entanto, trata-se de máquinas fundamentalmente diferentes: determinadas por uma condição que eles chamam de autopoiese. *Autós*, em grego, quer dizer *si mesmo*. Por sua vez, *poiesis*, de onde se originou *poesia*, quer dizer *criação*. Logo, autopoiese têm o sentido de autocriação. Seres vivos, sendo máquinas autopoieticas, são máquinas que criam a si mesmas.

Uma máquina autopoietica é uma espécie de sistema dinâmico formado por inúmeros componentes, cujo dinamismo, dentro das fronteiras físicas do sistema, alimenta a si mesmo, produzindo continuamente os componentes que o mantêm. Em outras palavras, é uma rede de componentes articulados por uma série de processos que garantem continuamente a produção desses componentes e a manutenção de sua articulação nessa mesma rede. Inclusive, através de sua instauração, tal rede delimita suas fronteiras físicas e, com isso, sua individualidade.

Uma célula, por exemplo, corresponde a uma totalidade formada por variados componentes em variadas interações dinâmicas articuladoras dessa totalidade. Essas próprias interações garantem a contínua produção dos componentes, de modo que, apesar desse dinamismo, da transformação incessante dos componentes, ou melhor, por conta disso, eles se encontram continuamente articulados de forma a garantir a permanência da totalidade. Não seria a célula, portanto, um sistema que cria e mantém a si mesmo através de seu modo próprio de funcionar como um sistema, delimitando, assim, suas fronteiras?

(...) um ser vivo, uma célula, é um sistema no qual diversas classes de moléculas participam da síntese de diversas classes de moléculas. Isso pareceu-me a síntese mínima do que seja um ser vivo: um processo circular de produções moleculares no

qual o que se mantém é a circularidade das produções moleculares. (MATURANA, 2014, p. 36)

Ainda que uma célula passe por mudanças estruturais, uma vez que seus componentes são consumidos, se transformam e que ela troca materiais com o meio, a sua identidade como totalidade, assim como a articulação dos processos que garante a sua organização, permanecem a mesma. Essa invariância da organização e essa autonomia da célula em garanti-la é que a especifica como um sistema vivo, como uma máquina autopoietica, cujo funcionamento conserva ativamente sua individualidade e está subordinado inteiramente ao imperativo de automanutenção.

Do mesmo modo se pode pensar um organismo pluricelular, que seria, no caso, um sistema autopoietico de outra ordem, formado pela articulação de unidades que já são autopoieticas.⁷⁵ De qualquer modo, segundo essa perspectiva, o que define a vida é a autopoiese: a capacidade de, na interação com o meio e nas mudanças que ela desencadeia, (re)criar continuamente a sua própria organização de acordo com as exigências próprias dessa organização como articulação de relações de componentes.

A falha nessa manutenção é o colapso da organização: a desarticulação dos componentes e a perda de fronteiras. É isso justamente o que ocorre quando um organismo morre: sua organização, por uma incapacidade de automanutenção, em sua relação com o meio, se desintegra. Viver, portanto, é viver a partir de si mesmo e para si mesmo, ou seja, de sua própria organização como sistema autônomo e a serviço não mais do que da manutenção dessa organização e autonomia. A vida é a possibilidade da expressão e da manutenção de um *autós*, uma autorreferência, na materialidade.⁷⁶

Para entender o ser vivo, o que temos que encarar é o que o faz, o que o constrói. Eu dizia: “Qual é a tarefa, ou o propósito da mosca?” Mosquear, ser mosca. O interessante é que esta resposta: “O propósito da mosca é mosquear” coloca a caracterização do ser vivo no ser vivo, não a coloca fora do ser vivo. Porque “esse mosquear” não é mosquear aos outros, é mosquear, ser mosca. Estar na dinâmica de ser mosca. (MATURANA, 2014, p. 47)

⁷⁵ MATURANA; VARELA, 1997, p. 103.

⁷⁶ “Eis um problema destituído de nome, que dispõe apenas de um prefixo, o qual está geralmente adormecido, esquecido. Falta-nos um conceito-chave para o caráter mais evidente, mais banal de toda a vida, desde a bactéria até o *homo sapiens* [sic]. Este conceito está germinado no prefixo auto. Temos, portanto, em primeiro lugar, de transformar esse prefixo em noção: o *autos*. Então, o *autos* torna-se a palavra-esfinge que nos põe o grande enigma da vida” (MORIN, 2005, p. 128).

Com essa ênfase na materialidade da organização viva e na individualidade e circularidade pressupostas nessa (auto)organização, a circunscrição da vida às leis do mundo físico fica evidenciada. Ela se torna, inclusive, mais delicada e especial em relação à segunda lei da termodinâmica. A primeira lei afirma que a energia não pode ser criada, nem destruída e o que se observa são, portanto, transformações de uma forma em outra. Já a segunda lei qualifica tais transformações, ao afirmar que, em processos espontâneos, a energia tende a se transformar de uma forma mais ordenada para uma menos ordenada.⁷⁷

Em outras palavras, no mundo físico, há uma tendência para a desordem, ou seja, uma tendência de que a ordem se desordene. É, por isso, por exemplo, que um ventilador ligado não consegue transformar toda a eletricidade que o alimenta no movimento de suas hélices, perdendo parte dela como calor. Igualmente por isso, gotas de leite em um copo de café tendem a se espalhar por todo o copo em vez de se concentrarem em um único ponto. Energia perdida como calor e aleatoriedade das moléculas em sua agitação são faces da desordem, cuja abordagem pela Física se dá pelo conceito de *entropia*.⁷⁸

Uma máquina como um refrigerador até pode esfriar e uma mistura pode ser separada, mas, em ambos os casos, um trabalho é exigido para que o curso natural à desordem seja revertido. Ainda assim, essa reversão se dá no sistema em questão, mas, no contexto mais amplo em que este sistema se inscreve, a desordem aumenta. No caso do refrigerador, por exemplo: seu interior é frio, nele, a água em estado líquido, desordenado, pode passar para o estado sólido, mais ordenado. No entanto, o custo disso é o trabalho do motor que aquece e libera calor para a cozinha.

Enquanto o refrigerador mantém a ordenação no seu interior, a cozinha, como seu contexto, por conta do aquecimento do motor, se desordena com o aumento da temperatura do ar e a conseqüente agitação de suas moléculas. O sistema que é o refrigerador, nesse caso, se ordena, mas, na qualidade de *sistema aberto*: inserido em um sistema maior, a cozinha, que paga o custo dessa ordenação, se desordenando. O refrigerador diminui sua entropia interna à custa de aumentar a entropia da cozinha.

Nesse sentido é que a auto-organização viva, como manutenção da ordem diante da tendência à desordem, exige um esforço, um trabalho: a atividade mesma de viver. Daí que essa atividade pressuponha a diminuição da entropia dos sistemas vivos e a manutenção de sua

⁷⁷ “Em processos naturais, a energia de alta qualidade tende a transformar-se em energia de qualidade mais baixa – a ordem tende para a desordem” (HEWITT, 2011, p. 329).

⁷⁸ “A entropia pode ser medida como a quantidade de desordem de um sistema. Mais entropia significa maior dispersão ou degradação de energia” (HEWITT, 2011, p. 331).

ordem à custa do aumento da entropia do ambiente. Se os sistemas vivos são fechados em termos da lógica de produção e manutenção de sua individualidade e organização, eles são abertos em termos termodinâmicos, pois precisam manter sua ordem exportando desordem.⁷⁹

Uma célula precisa obter recursos do ambiente, como a glicose, que é uma molécula complexa e ordenada, e utilizá-los em favor da manutenção de sua própria ordem, por exemplo, através da respiração celular e sua conseqüente liberação de energia para as atividades celulares. Ao fazê-lo, a célula produz e libera para o ambiente, além de calor, como certo desperdício energético, gás carbônico e água, que são moléculas menos complexas e ordenadas.

Assim, uma célula se ordena e, em contrapartida, desordena o seu entorno. É a partir de sua abertura termodinâmica que o sistema celular garante a individualidade e a autonomia de sua organização. Esta permanece a mesma não só a despeito das mudanças de seus componentes que as trocas com o meio provocam, mas devido a elas. Um sistema vivo está, através dessas trocas e transformações, em perpétuo desequilíbrio, evitando, com isso, uma equilibrção fatal com o restante do mundo físico.

“Como um organismo evita o decaimento? A resposta óbvia é: comendo, bebendo, respirando e (no caso das plantas) assimilando. O termo técnico é *metabolismo*” (SCHRÖDINGER, 1997, p. 82). Viver pressupõe, à custa da desordenação do ambiente, evitar o decaimento, ou esfacelamento, da complexa e sofisticada ordem da vida, sua dissolução na marcha do universo em direção à desordem: qual seja a morte. Como apontou o físico austríaco Erwin Schrödinger, “o essencial no metabolismo é que o organismo tenha sucesso em se livrar de toda a entropia que ele não pode deixar de produzir por estar vivo” (SCHRÖDINGER, 1997, p. 83).

Para nós, seres vivos, a vida parece evidente e normal, e a morte surpreendente e inacreditável. Mas se nos situamos do ponto de vista do universo físico, então (...) é a vida que se torna surpreendente e inacreditável, enquanto a morte não passa do retorno dos nossos átomos e moléculas à sua existência física normal. (MORIN, 2005, p. 27-28)

⁷⁹ “A entropia total do universo está continuamente aumentando (continuamente ‘indo ladeira abaixo’). Escrevemos *total* porque existem algumas regiões em que a energia está realmente sendo organizada e concentrada. Isso ocorre nos organismos vivos, que sobrevivem concentrando e organizando a energia obtida de fontes nutrientes. Todos os seres vivos, de bactérias a árvores e seres humanos, extraem energia de sua vizinhança e a utilizam para aumentar a própria organização (crescimento e manutenção). Nos organismos vivos, a entropia diminui. Mas a ordem é mantida nos seres vivos por meio do aumento de entropia que ocorre em algum outro lugar, do que resulta um aumento líquido de entropia. A energia deve sofrer transformações no interior de um ser vivo para mantê-lo vivo. Quando ela falta, o organismo logo morre, e tende à desordem” (HEWITT, 2011, p. 331).

É por meio de seu metabolismo que os sistemas vivos (sobre)vivem: numa espécie de constante transformação de sua estrutura, que garante que eles se mantenham os mesmos em sua organização.⁸⁰ Assim é que eles se conformam individualizados e autônomos: verdadeiras “ilhas de ordem num oceano de caos” (MARGULIS; SAGAN, 2002A, p. 31). De fato, do ponto de vista autopoietico, o metabolismo é uma propriedade central. Já a reprodução e a evolução, apesar de não serem de modo algum desimportantes, se mostram secundárias na explicação do que é a vida.

Uma segunda alternativa à vertente neodarwinista, além da autopoietica, é a biossemiótica. Trata-se, na verdade, de um recente campo de investigação, que foi se consolidando gradativamente como uma *semiótica da vida*, desde a década de 80 do século passado, a partir de trabalhos como os do biólogo teórico italiano Marcello Barbieri, mas se reportando, de algum modo, a iniciativas bem anteriores, como a obra inspiradora do biólogo estoniano nascido ainda no século XIX Jakob von Uexküll.

Segundo a pesquisadora e professora Lúcia Santaella, a semiótica “é a ciência que tem por objeto de investigação todas as linguagens possíveis, ou seja, que tem por objetivo o exame dos modos de constituição de todo e qualquer fenômeno como fenômeno de produção de significação e de sentido” (SANTAELLA, 2002, p. 13). Portanto, a biossemiótica parte de uma compreensão da vida no que ela tem de propriamente linguístico: de uma operação de significação, de mobilização de signos e seus significados.

Um conceito de signo disseminado e fecundo é o proposto pelo pensador estadunidense nascido no século XVIII Charles Peirce. Segundo ele, um signo se define a partir de uma relação entre três elementos: um *objeto (referente)*, o veículo do signo ou *signo* propriamente (*representamen*) e o *significado (interpretante)*. Um signo é uma coisa que substitui outra coisa, o objeto; e o significado é o que garante essa substituição. O significado é, no fim das contas, uma espécie de outro signo que corresponde ao objeto: aquilo que aparece no lugar do objeto quando ele é substituído pelo signo.

Um exemplo, talvez mais genuíno e radical, do que seja um signo é um símbolo, do qual as palavras são exemplos. O objeto livro, que se faz presente através da palavra *livro* quando a

⁸⁰ “A *organização de um sistema* o define como uma unidade composta e determina suas propriedades enquanto tal especificando um domínio no qual ela pode interagir (e, portanto, ser observada) como um todo não analisável, dotado de propriedades constitutivas (...) Por outro lado, a estrutura de um sistema determina o espaço no qual ele existe como uma unidade composta, e que pode ser perturbado através de interações de seus componentes, mas a estrutura não determina suas propriedades enquanto uma unidade (...) Sempre que uma unidade composta muda e sua organização permanece invariante, a identidade da entidade permanece a mesma e a unidade permanece imutável como um membro de sua classe original” (MATURANA, 2014, p. 154-155).

digo, não tem nenhuma relação de proximidade ou conexão com ela. A não ser pela força de uma convenção, esse objeto feito de capa e páginas escritas em uma certa disposição evidentemente nada tem a ver com os traços com que se escrevem as letras da palavra que o representa.

Daí que, mesmo assim, ao ler a palavra *livro* (o signo), o(a) leitor(a) forme, em sua mente, uma espécie de imagem mental do que seja um livro, uma ideia de livro (o significado), que possibilita que tal palavra remeta ao livro mesmo (o objeto). Ou seja, a palavra *livro* funciona como um signo, tem um significado: em outros termos, faz sentido. Fazer sentido, portanto, é produzir uma correspondência entre o que não tem espontaneamente uma relação necessária, assim como letras e coisas feito livros.

A biossemiótica se apropria dessa compreensão para fazer do uso de termos como *sinalização, mensagem, informação, código e sentido* na Biologia mais do que metáforas, mas termos conceitualmente apropriados, uma vez que variados fenômenos biológicos, ou a base mesma do fenômeno da vida, podem ser considerados como um processo de significação, qual seja, de correspondência entre sinais e sentidos. Não seria este o caso na sinalização celular, seja entre microrganismos, seja em um corpo multicelular, na ação do sistema imunológico, na atividade hormonal e neural, no reconhecimento intra e interespecífico?

Von Uexküll, na virada do século XIX para o XX, de algum modo, prenunciava tal compreensão com a proposição do conceito de *mundo-próprio (Umwelt)*, segundo o qual cada espécie, por meio da interpretação dos signos ambientais, ou seja, do acionamento dos sentidos biológicos desses signos, con-forma o mundo onde vive. É clássica a sua descrição do mundo de um carrapato fêmea, formado a partir de apenas poucos signos, que correspondem a todo o sentido biológico da atividade deste animal.⁸¹

O mundo que um animal habita e que nós vemos abrir-se à sua volta, transforma-se, quando observado pelo sujeito animal, no seu mundo-próprio, um mundo em que se agitam os mais variados objetos significantes. O mundo habitado por uma planta e que nós podemos delimitar à volta do lugar em que ela cresce,

⁸¹ “Já fecundada, a fêmea sobe, com as suas já então oito patas, até a parte superior de um arbusto que lhe agrade, para, de altura conveniente, se deixar cair sobre pequenos mamíferos furtivos que passem ao seu alcance, ou arrastar por animais de maior porte.

O caminho para a sua torre de vigia descobre-o o animalzinho, que é desprovido de olhos, valendo-se de seu tegumento sensível à luz. A aproximação da vítima é revelada ao salteador, que além de cego é também surdo, pelo seu sentido do olfato. As emanações de ácido butírico que provêm das glândulas da pele dos mamíferos, serve, para a carraça, de sinal de advertência para abandonar seu posto de vigia e lançar-se sobre a presa. Se vem a cair sobre qualquer animal de temperatura constante, que um apurado sentido térmico lhe denunciou – então atingiu a sua vítima, e só falta agora, ainda com o auxílio do seu sentido do tato, encontrar uma zona tanto quanto possível livre de pelos, para se introduzir até para trás da cabeça, nos tecidos cutâneos daquela; e põe-se a sugar lentamente o sangue quente que jorra” (VON UEXKÜLL, 1982, p. 23-24).

transforma-se, quando observado pelo sujeito-planta, num revestimento protetor que se compõe de diversos fatores significantes, submetidos a uma mudança regular.

A função vital do animal e da planta consiste em utilizar, consoante o seu plano subjetivo de organização, os objetos significantes, no primeiro caso e os fatores significantes, no segundo. (VON UEXKÜLL, 1982, p. 125)

Um carrapato, ou qualquer animal, qualquer organismo, é, portanto, por sua organização, capaz de detectar determinados sinais do ambiente, que, por essa mesma organização, fazem sentido, ou seja, correspondem a significados que desencadeiam respostas. Assim, um organismo se constitui um intérprete do seu entorno e, com isso, pela sua própria organização, um organizador desse entorno como um mundo, que lhe é próprio e varia de um organismo para o outro.

A organização de um mundo decorre do funcionamento da organização viva, que não se mostra senão como a operação de uma interpretação. Os fatores ambientais são signos que remetem, através dos sentidos biológicos que despertam, a elementos organizadores de um mundo habitado pelos organismos em seu próprio favor, como seus meios de vida. É como se a vida fosse a contínua escrita de si mesma por meio da leitura do mundo, sendo essa autonomia o seu diferencial.

Enfatizar o fato de que os sistemas vivos surgem como intérpretes que respondem a signos e que não estão, ao contrário dos mecanismos, sujeitos aos efeitos de forças, realça a diferença entre fenômenos orgânicos e inorgânicos: no mundo inorgânico, modificações que observamos sobre um objeto podem ser atribuídas a causas que agem do exterior sobre ele. Para os seres vivos, contudo, efeitos externos só são importantes se – como estímulos – encontram uma disposição à receptividade (ou seja, se estão convertidos em signos). (VON UEXKÜLL, 2004, p. 32)

A compreensão da semiose como a própria condição de viver não se restringe ao nível do organismo, mas pode se estender, como é fácil supor, às relações entre organismos da mesma espécie em uma população e entre organismos de espécies diferentes em uma comunidade. As possibilidades de interação não só entre os organismos e os fatores abióticos do ecossistema, mas dos organismos entre si supõem possibilidades de reconhecimento, quais sejam, de leitura da presença do outro no seu próprio mundo.

Cada organismo faz essa leitura sempre a partir de seu mundo-próprio, configurado a partir das peculiaridades de sua organização. O mesmo ponto de uma floresta não é interpretado igualmente por uma espécie de árvore e por duas espécies diferentes de animais que a ocupem momentaneamente. O modo como este ponto lhes aparece e os convoca a explorá-lo é determinado pelas especificidades da organização de cada um: do modo como o corpo de cada

um se organiza e vive. Nós, em nosso mundo-próprio, é que os supomos ocupando um mesmo mundo, que, na verdade, não é mais do que o nosso mundo.

No mais: a semiose também pode ser identificada no contexto celular, e o código genético é o exemplo mais evidente disso. Um código é um conjunto das regras que garante a correspondência entre signos e significados. Por exemplo, a possibilidade de a palavra *livro* corresponder à ideia de livro depende de um código de regras suposto na língua portuguesa. Um código genético garante a correspondência entre sequências de nucleotídeos nos genes e sequências de aminoácidos nas proteínas, uma vez que não há nenhuma relação espontânea entre esses dois grupos moleculares.

As proteínas são os principais efetores do que uma célula é, em sua estrutura, e faz, em sua atividade. Elas são produzidas a partir de regras de correspondência entre sua constituição e a constituição dos ácidos nucleicos.⁸² No entanto, isso só é possível devido à existência de uma aparelhagem capaz de ler e efetivar essa correspondência: uma aparelhagem complexa que envolve sistemas enzimáticos, ribossomos, diferentes moléculas de RNA. Assim, além de um código, é necessária a existência de um aparelho (de)codificador, que garanta a possibilidade de existência e funcionamento do código.

Outras maquinarias celulares assumem essa função (de)codificadora. Como é possível que, nas células eucariontes, os transcritos primários deem origem a diferentes RNAs mensageiros que podem ser transcritos em diferentes proteínas? É porque existe também um código referente a esse processamento do RNA. Da mesma maneira, é porque há um código de transdução de sinais que uma célula de um organismo multicelular pode responder à presença de um sinal hormonal por exemplo. É possível falar ainda em outros códigos, como o de endereçamento de substâncias dentro da célula.

Portanto, a biossemiótica parte da semiose como um conceito central, definidor mesmo dos fenômenos vitais. Está assentada na “ideia de que toda criatura viva é um sistema semiótico, i.e., que a semiose (a produção de signos) é fundamental para a vida” (BARBIERI, 2008, p. 577). É possível, inclusive, considerá-la, como o faz o biossemiólogo estoniano Kalevi Kull já no título de um de seus artigos, como uma *teoria da vida*.⁸³

No nível celular, através de uma série de processamentos bioquímicos que conformam a atividade de uma célula, diversas moléculas cumprem o papel de signos interpretados pelo

⁸² No caso, a correspondência ocorre entre trincas de nucleotídeos (os *códons*) e aminoácidos, de modo que cada códon significa um determinado aminoácido.

⁸³ “Semiotics is a theory of life” (KULL, 2005).

contexto celular. Mas não apenas nesse nível ocorrem operações sgnicas, elas ocorrem em todos: basta se pensar na articulação de tecidos e órgãos em um organismo e nas interações intra e interespecíficas entre organismos. Seja de modo interno, seja de modo externo, a semiose pode ser pensada como a condição fundamental da existência dos seres vivos.

Diante disso se pode chegar, inclusive, à resignificação da evolução, de modo que, além da seleção natural, outro mecanismo desponte como relevante para a história da vida: as *convenções naturais*. Trata-se, segundo uma *teoria semântica da evolução*, como a proposta por Barbieri, do processo histórico de estabelecimento das regras de correspondência próprias dos códigos que constituem os organismos em sua existência.⁸⁴ “Sob este ponto de vista, a teoria semântica pode resumir-se afirmando que *a vida é a linguagem que a natureza aprendeu a falar à superfície do nosso planeta*” (BARBIERI, 1987, p. 169).

Além dessas três vertentes, segundo as quais a vida pode ser pensada como seleção natural de entidades reprodutoras (por meio de seus replicadores), no caso do neodarwinismo, ou como autopoiese, na teoria autopoietica, ou ainda como semiose, na biossemiótica, há um quarto conceito que se desdobra também no sentido de um pensamento sobre a vida. Não é bem um conceito que nasce no campo biológico estrito; ele nasce, a princípio, na interseção entre a Medicina e a Filosofia.

Ele não chega a compor um corpo teórico de abrangência tal, inclusive em termos de uma possível influência entre os biólogos, que o faça ser reconhecido como mais uma vertente. No entanto, seus desdobramentos na compreensão da vida são provocadores, razão pela qual julgo pertinente comentá-lo tanto aqui quanto no livro. Trata-se do conceito de *normatividade vital*, proposto pelo médico e filósofo francês Georges Canguilhem, também interessado na História e na Epistemologia da Biologia.

Canguilhem o elabora em suas discussões sobre os contornos do que chamamos de *normal* e de *patológico*. Na procura de uma arguta compreensão da prática médica, ao comentar que a Medicina procura o restabelecimento da condição normal do corpo, ele se pergunta se tal condição é considerada normal porque interessa à terapêutica ou se ela interessa à terapêutica porque, antes, interessa ao próprio indivíduo tratado e seu corpo. Sua resposta assume a segunda alternativa e, com ela, um caminho conceitual interessante.

⁸⁴ “Encontramo-nos, assim, perante uma nova teoria da vida: a evolução biológica ocorreu por convenções naturais e por seleção natural, assim como a evolução linguística aconteceu por convenções linguísticas e seleção linguística. Por este motivo, designei-a por *teoria semântica da evolução*” (BARBIERI, 1987, p. 169).

É o próprio corpo que determina qual é a condição a que se pode tomar como normal, e isso porque o corpo é normativo, ou seja, institui suas próprias normas de vida. O corpo, porque é vivo, tem de avaliar, na sua inserção no meio ambiente, o que é suporte e o que é ameaça. Avaliar é valorar: estabelecer um valor para aquilo que está dis-posto, de modo que o que contribua para a sobrevivência tenha um valor positivo, e, no caso contrário, negativo. A sobrevivência do corpo só é possível nessa permanente avaliação, diante das instabilidades possivelmente ameaçadoras, mas também possivelmente vitais do meio.

É a avaliação que torna o meio propriamente um *meio de vida*. Inclusive, etimologicamente, o termo *valor* tem origem no termo latino *valere*, que, a princípio, significa *estar bem, ter força* ou *poder: valer como prevalecer*. A partir de sua própria organização é que o corpo avalia e, avaliando, institui suas normas de vida: nos usos e recusas necessários à sua sobrevivência. “Um ser vivo é normal em um determinado meio na medida em que ele é a solução morfológica e funcional encontrada pela vida para responder a todas as exigências do meio” (CANGUILHEM, 2014, p. 95).

O estado normal não é, portanto, uma espécie de estado ideal definido estatisticamente, mas o estado em que um corpo estabelece suas condições de vida: aquelas em que ele pode garantir sua íntegra manifestação e continuidade. Com isso, a Medicina seria uma espécie de extensão da recusa e da luta contra aquilo que é negativo, porque ameaça e prejudica o corpo. “É a vida em si mesma, e não a apreciação médica, que faz do normal biológico um conceito de valor, e não um conceito de realidade estatística” (CANGUILHEM, 2014, p. 84).

Dessa maneira, o estado normal é o estado da possibilidade de sobrevivência em meio às flutuações ambientais, devido ao exercício íntegro e livre da normatividade: da avaliação e instituição das normas, até mesmo novas, se preciso for, através das quais se garante um meio de vida. “É o abuso possível da saúde que constitui a razão do valor que se dá à saúde (...). O homem normal é o homem normativo, o ser capaz de instituir novas normas, mesmo orgânicas” (CANGUILHEM, 2014, p. 92).

Já o estado patológico é uma restrição dessa integridade e liberdade do exercício normativo: uma limitação das possibilidades de vida e certa fragilidade da capacidade de sobrevivência. “O patológico não é a ausência de norma biológica, é uma norma diferente, mas comparativamente repelida pela vida” (CANGUILHEM, 2014, p. 96). Por seu caráter de comprometimento e vulnerabilidade é que a doença é avaliada negativamente na prática da vida mesma, sendo até naturalmente evitada ou remediada o quanto possível: é o caso, por exemplo, na imunidade animal.

Achamos (...) que, para um ser vivo, o fato de reagir por uma doença a uma lesão, a uma infestação, a uma anarquia funcional, traduz um fato fundamental: é que a vida não é indiferente às condições nas quais ela é possível, que a vida é polaridade e, por isso mesmo, posição inconsciente de valor, em resumo, que a vida é, de fato, uma atividade normativa. (CANGUILHEM, 2014, p. 80)

Justamente tal capacidade normativa pode ser extraída dessa discussão como uma compreensão alternativa do que seja vida, uma vez que ela está no cerne da experiência de viver que a reflexão sobre as práticas médicas revela no caso especificamente humano, mas que, num sentido mais amplo, se refere ao caso de todas as formas de vida. “Não há indiferença biológica. Pode-se, portanto, falar em normatividade biológica” (CANGUILHEM, 2014, p. 83). Por isso, até para um microrganismo, o caso é de instituir suas normas e seu meio de vida. “Viver é, mesmo para uma ameba, preferir e excluir” (CANGUILHEM, 2014, p. 88).

Mesmo nessa discussão em torno da normatividade vital e, sobretudo, nas outras discussões comentadas, o que se pode observar é um esforço de síntese, em um instigante debate: acadêmico, ainda que mais ignorado do que o devido por seu caráter teórico; não só válido, mas desejável justamente pelo que garante de unidade e significância para o trabalho biológico. “Não é apropriado conceber-se a explicação detalhada dos processos biológicos como um fim em si mesmo. Ela deve ser entendida como uma ferramenta para compreender-se a ‘lógica’ da organização viva” (EL-HANI, 2002, p. 26).

5.2 Que diferença faz se perguntar pela vida na escola?

Perguntar-se pela vida é um percurso investigativo legítimo da Biologia, de caráter teórico, e fundamental, ainda que insuficientemente reconhecido como tal. Tem gerado, mesmo assim, um rico debate: de limites amplos e encaminhamentos divergentes. No entanto, é possível se perguntar o que desse debate chega até a escola? Em que medida é importante que chegue? Que repercussões ele pode provocar nos currículos de Biologia?

Dediquei-me a uma ligeira análise de alguns populares livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM)⁸⁵, no sentido de reconhecer suas abordagens do conceito de vida. Foram três aspectos observados. Em que medida o conceito de vida é importante na definição do que seja a Biologia? Como o conceito de vida é formulado? Caso não seja, e, no seu lugar, se apresente uma lista de características essenciais dos seres vivos, como é essa lista?

Dos cinco livros analisados, todos tratam da Biologia e da vida em um mesmo capítulo: o primeiro (*O fenômeno da vida no livro 1; Vida: múltiplas dimensões de um fenômeno complexo no livro 2; Biologia: ciência e vida no livro 3; O que é biologia? no livro 4; Introdução à biologia no livro 5*) da primeira unidade. Tire-se daí a unanimidade deles em considerar a apresentação da Biologia e da vida como um passo introdutório relevante.

Todos, com exceção do *livro 1*, apresentam a clássica etimologia do termo *Biologia*, sua formação a partir dos termos gregos *bios* e *lógos*⁸⁶, como um caminho para apresentá-la como a ciência da vida: “ciência que estuda a vida, os seres vivos e as relações que eles estabelecem entre si e com o ambiente”, no *livro 2* (p. 16); “ramo da ciência que estuda o fenômeno da vida e aqueles que manifestam a vida, ou seja, os seres vivos”, no *livro 4* (p. 12); “ciência que busca compreender os mecanismos que regem a vida”, no *livro 5* (p. 12).

O *livro 3*, apesar de citar a etimologia do termo *Biologia*, não o faz no texto principal, mas no comentário das imagens dos cientistas pioneiros no emprego deste termo no início do século XIX, e, apesar da citação, não afirma a *Biologia* propriamente como ciência da vida, mas como uma ciência que tem “como objetivo o estudo dos seres vivos” (p. 18). O *livro 1*,

⁸⁵ Trata-se de livros, em sua maioria, utilizados, outrora ou atualmente, no colégio em que leciono (Colégio Pedro II). A lista deles se encontra na seção 7 (*Com quantos livros se faz um livro?*).

⁸⁶ *Bios* quer dizer algo como modos de viver, ou as manifestações da vida em cada ser vivo, mas que se costuma traduzir como *vida*. “*Bios* é a palavra grega para dizer o ser vivente, uma vez que para dizerem vida como princípio vital usam a palavra *dzoe*” (CASTRO, verbete *bios*). *Lógos*, por sua vez, traduz-se habitualmente como *estudo*, e talvez seja mais justo entendê-la como *linguagem*, ou mesmo *discurso*. Daí que *biologia* seja o discurso sobre a vida, a lógica da vida, ou habitualmente a ciência da vida.

sem sequer citar a etimologia, faz uma afirmação próxima: “A Biologia é a ciência que estuda os seres vivos ou, mais precisamente, as características dos seres vivos” (p. 11).

Nos três primeiros casos, há a associação explícita entre o conceito de Biologia e o conceito de vida. Os dois últimos livros citados, porém, já se esquivam desta afirmação, talvez percebendo a necessidade de definição do que seja vida que tal afirmação impõe. O *livro 1*, então, parece deixar isso mais claro, ao especificar que o objeto da Biologia são as características dos seres vivos.

Como já se discutiu aqui, a listagem de características dos seres vivos tem sido uma alternativa ao enfrentamento do desafio de conceituar a vida. Não é gratuito que o *livro 1* fale em tais características já de início. Aliás, todos os livros analisados assumem, à sua maneira, a opção de insistir nessa listagem, alegando justamente a dificuldade de se definir vida. O que se vê é uma espécie de gradação, que vai da simples listagem à sua problematização, ou mesmo uma tentativa, um tanto malsucedida, de concisão na sua apresentação.

O *livro 4* simplesmente lista as características: “Todos os seres vivos têm características que os distinguem dos componentes não vivos do ambiente” (p. 13). O *livro 1*, por sua vez, aponta muito ligeiramente para a dificuldade de conceituar a vida: “Assim, embora não seja fácil definir vida, sabemos que os seres vivos possuem características que, em conjunto, nos ajudam a identificá-los” (p. 13).

O *livro 3* comenta mais essa dificuldade em afirmações como: “A dificuldade em definir ‘vida’ de maneira sintética deve-se à própria complexidade do fenômeno vida, que se manifesta de muitas formas”; “Como a vida não tem um traço distintivo único, e sim vários, em diferentes níveis, isso acaba criando definições longas e complexas” (p. 19). Além disso, ele dá três exemplos de propostas de definições⁸⁷, afirmando, antes, porém, que: “Muitos biólogos têm se empenhado no desafio de definir ‘vida’; entretanto, nenhuma das definições formuladas até hoje é plenamente satisfatória” (p. 19).

Já o *livro 5*, ao comentar a tentativa de resolução da pergunta pelo que é a vida, não a afirma exatamente como *difícil*, mas como *polêmica*, acrescentando que: “Para responder a esta pergunta, muitas considerações teóricas e filosóficas são feitas” (p. 20). Tanto a qualificação

⁸⁷ “(...) em 1959, o geneticista estadunidense Norman Horowitz (1915-2005) sugeriu que a vida ‘caracteriza-se por autorreplicação, mutabilidade e troca de matéria e energia com o meio ambiente’. Em 1986, o biólogo evolucionista inglês John Maynard-Smith (1920-2004) considerou que ‘[...] entidades com propriedades de multiplicação, variação e hereditariedade são vivas, e entidades que não apresentam uma ou mais dessas propriedades não o são’. O bioquímico evolucionista Jeffrey S. Wicken (1942-2002), em 1987, definiu vida como ‘uma hierarquia de unidades funcionais que, por meio da evolução, têm adquirido a habilidade de armazenar e processar a informação necessária para sua própria reprodução’” (p. 19).

dessa tentativa como polêmica quanto o apontamento para a sua dimensão filosófica são um diferencial. Afinal, além de afirmar a listagem de características como uma saída frequente diante desse desafio, este livro problematiza tal listagem:

Essas características são listadas sem a preocupação de discutir o conceito de vida. Ainda assim, há discordâncias entre os pesquisadores a respeito de qual seria a melhor escolha das características para tal fim. Por exemplo, há os que definem ser vivo como aquele que apresenta ciclo vital, ou seja, nasce, cresce, se reproduz e morre. Essa definição, entretanto, não se aplica a muitos organismos, como é o caso das bactérias, em que uma célula inicial se divide em duas, cada uma cresce e se divide de novo e assim por diante. O que seria “morrer” para esses organismos, se uma célula se divide e forma outras duas? Aquela célula inicial morreu? E o que dizer, por exemplo, do ciclo vital de uma pessoa? Ela pode viver sem jamais vir a ter filhos. O fato de não se reproduzir não é relevante para que ela seja considerada um ser vivo (p. 20).

Por fim, o *livro 2* também comenta a dificuldade de definição de vida, argumentando que: “Apesar da atual sofisticação tecnológica e da quantidade de informações acumuladas a respeito dos seres vivos, nem mesmo os cientistas são capazes de definir vida em apenas uma frase” (p.18). Ele o faz, chamando atenção para o que essa dificuldade de definição tem de surpreendente e valendo-se, porém, do exagero, ou equívoco, da suposição de que um conceito tenha de caber em uma simples frase.

Este livro, no entanto, chama atenção por outro motivo. Antes de apresentar sua lista de características, ele tenta empregar um esforço radical de síntese, apelando para somente dois princípios: *diversidade* e *unidade*. No entanto, acaba não utilizando estes princípios como organizadores da sua discussão sobre a vida, uma vez que depois de comentá-los, ainda destaca o que chama de *manutenção da vida* (basicamente, o metabolismo) e *continuidade da vida* (a reprodução), além do *material genético* e da *evolução*. Depois desses comentários, faz, enfim, uma listagem de características. O esforço de síntese, com isso, se dilui.

O *livro 1* fala em sete características (ou grupos delas), na seguinte ordem: composição química; organização; nutrição e metabolismo; irritabilidade; homeostase; reprodução e hereditariedade; evolução. O *livro 2* fala em dez: composição química; organização celular; metabolismo e homeostase; correlação entre forma e função; excitabilidade; movimento; reprodução e hereditariedade; desenvolvimento; crescimento; evolução e adaptação.

O *livro 3* apresenta sete: composição química; organização celular; metabolismo; reação e movimento; crescimento e reprodução; hereditariedade; variabilidade genética, seleção natural e adaptação. O *livro 4* apresenta seis: composição química; organização celular e metabolismo; capacidade de nutrição e crescimento; reação a estímulos ambientais; reprodução

e hereditariedade; evolução. O *livro 5*, finalmente, apresenta oito: organização celular; composição química; homeostase; reprodução; necessidade de água; metabolismo; capacidade de reação; evolução.

Em geral, as características se repetem, porém, em agrupamentos diferentes, o que não é trivial. O modo de agrupá-las e sequenciá-las pode ser um indicativo das possíveis articulações entre elas. Contudo, somente uma elaboração conceitual seria capaz de uma articulação suficiente, que integrasse os fenômenos vitais em torno de conceitos-chave. A evolução, por exemplo, poderia cumprir este papel, como ocorre na vertente neodarwinista de conceituação da vida. Porém, apenas o *livro 5*, depois de sua listagem, se dedicou a apresentar a evolução como “o princípio unificador da Biologia” (p. 20).

Outros conceitos presentes na discussão acadêmica sobre o conceito de vida, como autopoiese e semiose, sequer são indicados. De fato, se mostra comum a formulação de listas de propriedades essenciais dos seres vivos em livros didáticos. Com isso, de algum modo, se confirma, também nos currículos escolares, a costumeira desistência de se enfrentar o desafio de uma abordagem conceitual da vida, pelas suas supostas dificuldade ou inutilidade. Como ir de encontro a tal confirmação?

A primeira e talvez mais contundente contribuição da discussão sobre o conceito de vida na escola diz respeito à compreensão geral da Biologia a que se encaminham os estudantes, a partir do modo como ela está organizada e apresentada como matéria escolar. Através justamente de seus temas, da consistência conceitual de cada um e do grau de articulação entre eles, tanto como sequência linear de apresentação ao longo da temporalidade seriada, quanto como uma espécie de cartografia compreensiva dos relevos próprios de uma paisagem linguística e epistemológica, a Biologia fica, enfim, (dis)posta.

Que ciência é essa que desponta como merecedora de estudo? Que modo próprio é esse de formulação de questões que interessam? De modo geral, a Biologia, na sua apresentação do mundo vivo e de si mesma como modo de dizer e conceber esse mundo, assume um caráter fragmentário, como o apontam algumas discussões no âmbito acadêmico e também, segundo minha experiência pessoal me empurra a dizê-lo, as queixas dos estudantes e certa apreensão docente, ainda que intuitiva.⁸⁸

⁸⁸ “Os alunos não têm, em geral, como evitar a sensação de que o território das ciências naturais, incluindo a biologia, é uma terra inteiramente incógnita, estranha, cheia de termos e conceitos que eles não alcançam, marcada por uma maneira de pensar que não lhes é familiar, na qual pouco ou até mesmo nada do que já conhecem pode ajudá-los a aclimatarem-se (cf. Solomon 1994:16)” (EL-HANI, 2002, p. 27).

No ensino de biologia, outro problema a ser enfrentado, além da quantidade exagerada de conteúdo, reside na forma fragmentada como o conhecimento biológico é abordado nos livros didáticos e, em geral, também na sala de aula. A divisão em áreas disciplinares, como Zoologia, Botânica e Ecologia, sem que sejam devidamente trabalhadas as relações entre elas, não permite que os estudantes percebam o mundo vivo de forma integrada, o que os leva a encarar a disciplina como não passando de um exercício de memorização de uma grande quantidade de palavras difíceis (MEGLHIORATTI *et al.*, 2009). Certamente, isso mina não somente a compreensão que os estudantes poderiam adquirir sobre o mundo vivo, mas também seu interesse pelas ciências biológicas. (CARVALHO, NUNES-NETO, EL-HANI, 2011, p. 68)

A Biologia, de fato, se mostra múltipla e fragmentária, mas não só na sua versão escolar, como também no âmbito da sua produção acadêmica. Porém, mesmo na academia, ela vem buscando alguma unidade epistemológica, o que tem sido importante, inclusive, para a consolidação e o fortalecimento da sua presença no espaço acadêmico. Por isso, faz sentido que, a despeito das diferenças entre Zoologia, Botânica, Ecologia, Genética e outros ramos, a universidade ofereça cursos de Biologia, ou Ciências Biológicas em geral, preocupados com tal unidade desde sua enunciação como cursos.

Também no ensino médio essa unidade tem sido buscada e enunciada por meio da matéria escolar Biologia. Segundo Selles e Ferreira, o modo como essa matéria se constitui e se apresenta, o movimento mesmo de sua constituição e apresentação, fortalece a ideia de ciência unificada. “Sugerimos que essa trajetória de sucesso da referida disciplina escolar tem sustentado socialmente uma visão unificada das Ciências Biológicas, ocultando os diversos embates que vêm sendo historicamente travados entre os seus vários ramos” (SELLES; FERREIRA, 2005, p. 55).

Essa unidade está, portanto, na base da firmeza com que a Biologia está inserida no currículo do ensino médio. Sua apresentação fragmentária não só pode comprometer o envolvimento dos estudantes e o próprio aprendizado, caso se desdobre em um apanhado enciclopédico e desarticulado de peculiaridades léxicas e técnicas de cada ramo, como compromete toda a luta identitária da Biologia como ciência, múltipla, mas única, manifesta na integração de todos os seus campos em uma linguagem própria e estruturada: numa lógica comum, bio-lógica.

Assim, a possibilidade de experimentação de uma visão panorâmica dos ramos da Biologia, em uma operação básica de reconhecimento da síntese na qual ela se fundamenta como ciência e linguagem, me desponta como um imperativo didático. A Biologia escolar não tem de se resumir a uma coleção de vocábulos e discursos descontraídos, cujos sentidos não se resolvem em um quadro compreensivo comum. Afinal, “(...) ensinar biologia bem não significa ensinar muitos conteúdos, mas sim ensinar conhecimentos biológicos que sejam

significativos, ou seja, que façam diferença para a aprendizagem dos estudantes” (CARVALHO, NUNES-NETO, EL-HANI, 2011, p. 94).

Não é questão de se negar a relevância de vários conceitos e tramas conceituais próprias de cada ramo, mas de se atentar à perigosa e recorrente tendência de que eles sejam falsa ou insuficientemente reunidos, como que empilhados ou amontoados sob o nome comum *biologia*. Biologia não é apenas um nome, mas foi se constituindo como um modo de dizer o mundo e, enquanto tal, cria e mobiliza outros nomes e conceitos não para pronunciá-los em uma verborragia sem sentido, mas para organizá-los em possibilidades efetivas de enunciação: de atribuição de sentidos à vida.

O ecólogo Samuel Scheiner, justamente em um esforço de síntese, se dispôs, com coragem e elegância, ao desafio de pensar o *arcabouço conceitual* da Biologia como ciência unificada. Trata-se de uma revisão e de uma elaboração no âmbito da teoria da Biologia, que desvela a unidade teórica dessa ciência, se não a produz, uma vez que des-velar e pro-duzir são como duas faces do processo de trazer algo à luz, ao regime de luminosidade onde pode ser reconhecido, à existência.

Esse reconhecimento da teoria como matriz não é trivial. Não se trata, claro, de ignorar os dados empíricos e todo o repertório procedimental que responde por sua coleta, mas de pensá-los na perspectiva da necessária presença de suposições teóricas na sua análise, na sua coleta e mesmo na sua concretude como dados que se podem querer ou precisar coletar. O trabalho de Scheiner é, por si, já uma defesa do valor da Biologia teórica: seu valor real, sua participação irrecusável e fundamental no trabalho científico. Para ele:

Teoria é importante porque esclarece o pensamento. Ela força a interpretação de dados a um mínimo de formalidade, referendando disputas científicas. Ela revela suposições implícitas em modelos ou experimentos específicos. Ela mostra conexões entre disciplinas, o que é especialmente importante no direcionamento do trabalho interdisciplinar e transdisciplinar. Ela define a pesquisa como arriscada ou inovadora. Finalmente, ela esclarece a existência das questões centrais relacionadas ao trabalho científico. (SCHEINER, 2010, p. 293, tradução nossa)

Ciente da incompletude de todo esforço de generalização, de suas perdas, mas também dos ganhos que dele, e só dele, advém, Scheiner propõe que um arcabouço teórico se estrutura em três diferentes níveis hierárquicos: *teorias gerais*, *teorias constitutivas* e *modelos*. Uma teoria geral é formada a partir da integração de teorias constitutivas, subsidiárias, que, por sua vez, se constituem de modelos. “Esta visão de teorias como famílias de subteorias, incluindo modelos, é consistente com o modo como teorias são tratadas na biologia, bem como em outras ciências (...)” (SCHEINER, 2010, p. 296, tradução nossa).

Teorias gerais, no alto dessa hierarquia, têm, portanto, um escopo mais amplo, enquanto modelos são mais específicos, com o detalhe importante de que são o ponto onde formulação teórica e trabalho empírico se tocam e se confrontam. Outro detalhe, referente à estrutura como um todo, é que não se trata de divisões estanques entre os níveis, mas de uma continuidade que vai do nível mais geral ao mais específico. É o que se pode observar em cada uma das cinco teorias gerais (celular, organísmica, genética, ecológica e evolutiva) que Scheiner julga compor o arcabouço teórico biológico.

Suas proposições são de grande valor para uma didática da Biologia. Porém, aqui, interessa não o seu detalhamento, mas duas afirmações básicas declaradas com elas. Primeiramente, importa a confirmação elementar de que se faz Biologia com teorias. Afinal: “biologia é uma disciplina teórica, fato que é frequentemente não reconhecido e, às vezes, negado” (SCHEINER, 2010, p. 309, tradução nossa). Daí que lidar com composições teóricas, reconhecendo, de maneira clara, seus constituintes e sentidos, seus limites e articulações, seja próprio e, em tese, esperado das pesquisas biológicas e do seu ensino.

A segunda afirmação, decorrente da primeira, a complementa e estende, consistindo na defesa de que as teorias se organizam em um arcabouço bem articulado e hierárquico. O conhecimento deste permite um trânsito mais lúcido e proveitoso por elas tanto para pesquisadores, em suas tarefas investigativas, quanto para professores e estudantes, no exercício de uma (primeira) aproximação. Em outras palavras, é a defesa da necessidade de um esforço de síntese, pela condição mais esclarecida e, por isso, mais eficiente a que ele leva.

Scheiner chega a formular o valor da compreensão sintética que se pode ter através do reconhecimento do arcabouço teórico, defendendo também que uma apresentação inicial das ideias gerais no ensino, “em vez de assumir que os estudantes induzirão generalizações a partir do exame do detalhe”, os ajudaria a saberem onde focar durante o estudo dos diferentes temas. Inclusive, isso, segundo ele, os ajudaria a “ver conexões entre as partes da biologia, tanto em cursos introdutórios quanto nos de nível mais elevado” (SCHEINER, 2010, p. 307, tradução nossa).

Apesar de citar propriedades relacionadas às várias vertentes de conceituação de vida entre seus princípios gerais da teoria biológica, Scheiner não avança no sentido de formular um conceito de vida, nem integral, de forma bem definida, o domínio teórico dessa formulação em seu arcabouço. Talvez este fosse justamente o domínio mais amplo, onde se reuniriam as teorias gerais que ele enuncia. Importa, contudo, que a defesa do caráter estrutural da teoria na Biologia

e o investimento em sua identificação chamam atenção para o valor do trabalho teórico na compreensão dessa ciência seja na academia, seja na escola.

É na clareira aberta por esse valor, em meio à precipitação experimentalista e às demasias limitantes das especializações, que um livro (para)didático sobre o conceito de vida pode vigorar. É pela reivindicação do reconhecimento do valor dos desenvolvimentos teóricos e da síntese a que se pode chegar por meio deles que a discussão sobre o conceito de vida pode encontrar um lugar, legítimo, no debate acadêmico e na conversação escolar.

Outra contribuição neste sentido é a do estudioso espanhol Raul Gagliardi, que, décadas antes, em um envolvimento direto com a Biologia escolar, falou em *conceitos estruturantes*. Ele propôs o reconhecimento da existência de um tipo de conceito que, ao ser apr(e)endido, cumpre um papel estrutural na cognição dos estudantes, conformando-a de modo a torná-la disponível à apreensão de outros conceitos associados: “um conceito cuja construção transforma o sistema cognitivo, permitindo adquirir novos conhecimentos, organizar os dados de outra maneira, transformar, inclusive, os conhecimentos anteriores” (GAGLIARDI, 1985, p. 31, tradução nossa).

É como se os conceitos biológicos fossem nós, dobras, pontos de encontro, cruzamento e entrelaçamento de uma trama enunciativa sobre o mundo vivo. Dessa maneira, é como se alguns conceitos ocupassem posições cruciais para a sustentação dessa trama: redistribuem as forças, reorganizam as formas, estruturam. Segundo Gagliardi, justamente esses conceitos, estruturantes, prioritários na estruturação do que a linguagem biológica permite dizer sobre a vida, é que devem ser priorizados nos programas curriculares.

A enorme diversidade dos organismos vivos e sua grande complexidade fazem com que a biologia seja difícil de aprender.

Desde a síntese de proteínas à estrutura das populações, desde a forma dos genes se expressarem até o funcionamento do sistema nervoso, há muitos temas que não se pode aprender sem conhecimentos prévios da biologia e de outras ciências.

Como compreender o funcionamento celular sem um conhecimento básico em química? Como chegar a definir a dinâmica de populações sem uma base estatística? Todos os temas requerem um aprendizado prévio, todos são difíceis, todos são necessários.

É assim que os programas de biologia geralmente são muito extensos, e que a maioria dos alunos só recorda alguns nomes raros, mas não adquire os conceitos que possam permitir continuar seu aprendizado se assim o deseja, ou, pelo menos, ter um panorama global do funcionamento e das propriedades dos sistemas vivos. (GAGLIARDI, 1985, p. 32, tradução nossa)

A atenção didática aos conceitos estruturantes, de acordo com a convincente formulação de Gagliardi, é o que pode se contrapor com eficácia à experimentação do aprendizado de Biologia como algo fragmentário, enciclopédico e nominalista, direcionando-o desse

pseudoaprendizado rumo a um aprendizado significativo. “Quando se constrói um conceito estruturante se transforma o sistema de significação, permitindo incorporar coisas que antes não se levavam em conta ou se lhes dava outro significado” (GAGLIARDI, 1985, p. 31, tradução nossa).

Atrevo-me, aqui, a incluir o conceito de vida nessa categoria, uma vez que sua compreensão pode provocar uma reorganização da compreensão de uma série de conceitos. Vida, inegavelmente, é um conceito central, a que se remetem os outros conceitos biológicos (metabolismo, morte, célula, organismo, reprodução, evolução etc.). Logo, (re)defini-lo implica alterações, superficiais ou profundas, no modo como outros conceitos são compreendidos e relacionados.

Por exemplo, assumir que vida é autopoiese, em contraponto à suposição habitual, mesmo que implícita, de que a vida é evolução através da seleção natural de replicadores, é ressignificar o que seja metabolismo, reprodução e evolução, trazendo para o centro das formulações conceitos como os de sistema, autonomia, desequilíbrio, retroalimentação, homeostase. Novos enfoques, interesses e rumores despontam e a realidade biológica parece ganhar um novo, inusitado e até convidativo frescor, para alguns, insuportável.

Acredito, por isso, que o conceito de vida seja um conceito estruturante, ou, nos termos de Scheiner, ocupe um lugar fundamental na estruturação do arcabouço teórico da Biologia. Ambas as elaborações, tanto de Gagliardi quanto de Scheiner, se encontram em um mesmo campo semântico, preenchido pelas ideias de estrutura, sustentação, articulação, associação, suporte, construção. Ambas apontam para um papel que o conceito de vida se mostra capaz de cumprir, ainda que nenhuma das duas o tenha afirmado.⁸⁹ Afinal:

Em vista da aparente necessidade de dar conta de cada aspecto particular, específico, do conhecimento científico, conceitos estruturantes das ciências biológicas, como os de ‘vida’, ‘organização’, ‘função’, ‘evolução’, ‘metabolismo’, ‘auto-reprodução’ etc., são frequentemente perdidos de vista. (EL-HANI, 2002, p. 28-29)

A metáfora estrutural de que se valem essas elaborações interessa aqui pela valorização de um senso de totalidade que ela abriga. Este é especialmente importante quando se trata do ensino de Biologia, pela motivação e clareza que acompanham as opções curriculares que nele podem se inspirar. Trata-se, tanto a motivação quanto a clareza, de vítimas preferenciais de um

⁸⁹ A conjunção dessas elaborações foi proposta e realizada no interessante e motivador artigo *Como selecionar conteúdos de biologia para o ensino médio?* (CARVALHO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2011). Aqui, o caso é de servir-se dela em favor da reflexão sobre a discussão escolar do conceito de vida.

ensino fragmentado, que, no desarranjo de seus muitos fragmentos, pouco acaba dando a ver e dando a que se queira ver.

Embora o conhecimento biológico seja produzido de forma cada vez mais especializada, há uma incessante busca da totalidade. Os grandes saltos no conhecimento das ciências naturais acontecem nos momentos de síntese. Em relação ao ensino da Biologia o que se percebe é a não preocupação dos professores com a visão de totalidade do fenômeno. Falta até mesmo uma perspectiva intradisciplinar. O que dizer então, de uma abordagem inter ou transdisciplinar. Há, em todo esse contexto, uma confusão entre métodos de investigação com metodologia de ensino. O ensino na graduação, tal como a investigação, tem ocorrido de forma especializada e fragmentada. Se os métodos de investigação enfatizam a especialização, a metodologia de ensino deveria estar voltada para a visão de totalidade, mesmo que se trabalhe com disciplinas específicas. Em outras palavras, o ensino deveria, deliberada e continuamente, preocupar-se com a síntese dos conhecimentos. (BORGES, 2000, p. 144-145)

Dessa maneira, assumir a discussão do conceito de vida no currículo é possivelmente favorecer o envolvimento dos estudantes com seu aprendizado, mas também tornar o ensino de Biologia mais capaz de traduzir o espírito curioso e criador de que se valem os biólogos ao potencializarem nossa compreensão do mundo vivo em uma incorporação totalizante de novos conceitos e modelos. Os esforços especializados das pesquisas, na dimensão teórica, acabam por se articular, em maior ou menor grau, em mais ou menos tempo, uma vez que se referem a conceitos que, mesmo sendo periféricos, giram em torno de conceitos centrais.

A espessura do vivo surge, por isso, no bojo de uma vontade de síntese: na contramão de uma condição de especialização que, exagerada, ignora seu ponto de pertencimento a uma totalidade e, se perdendo de seu lugar no todo, se perde de si. Tendo como elementos de alimentação de sua escrita a inspiração nas narrativas apaixonadas e apaixonantes de biólogos escritores, quase sempre imbuídos também de uma vontade de síntese, e o diálogo com a Filosofia e a Arte, o livro segue o interesse de uma biologia ciente de si mesma, inteira na sua multiplicidade.

Ensinar Biologia também significa desenvolver conhecimentos que permitam ao aluno ser capaz de mudar o seu olhar, de estabelecer diálogo com a realidade. Partir de uma visão global dos problemas, realizar uma análise dos mesmos servindo-se das abstrações e generalizações mais importantes da Biologia e chegar a uma síntese, é o método que deve ser utilizado na discussão dos conteúdos (...). (BORGES, 2000, p. 164)

Por tudo já comentado, creio parecer razoável propor que a escola se abra a uma discussão consistente do conceito de vida, para além da costumeira e ligeira apresentação de listagens das chamadas características dos seres vivos. Entendo, porém, que, no atual cenário

curricular, tal proposta há ainda de despertar, ao menos, três questões. Haveria alguma utilidade na discussão do conceito de vida na escola? A estranheza de uma discussão assim não a inviabilizaria como conteúdo escolar? Em que medida há espaço no currículo de Biologia para ela?

Quanto à primeira questão, talvez seja preciso, antes de tudo, problematizar o uso do termo *utilidade*, que, em geral, remete a uma preocupação demasiadamente pragmatista, perseguidora de possíveis aplicações de ordem prática do que se discute na escola.⁹⁰ Como esse tipo de pergunta, que abriga até mesmo certa concepção tecnicista da escola, ela não se faz audível aqui. No entanto, a atenção sóbria a aspectos práticos também faz parte de uma formação integral: essa sim a destinação da escolarização.

Portanto, na perspectiva de tal formação, substituindo, na questão, o termo *utilidade* por *relevância* ou *valor*, se pode e deve respondê-la. Creio, aliás, que, na discussão que se vem traçando, basta retomar alguns pontos já considerados. Primeiramente, o atendimento à dimensão prática da formação escolar é apenas uma das vias de realização de um letramento científico. Como já apontado, pela categorização de Benjamin Shen, o letramento, além de *prático*, pode ser também *cívico* e *cultural*. Em termos deste último, inclusive, é que a discussão do conceito de vida manifesta, de forma mais imediatamente evidente, suas contribuições.

Sendo a Biologia, em um entendimento conciso, a ciência da vida, qual seja, o modo científico através do qual podemos dizer e conceber os fenômenos vitais, poder dizer, de maneira razoável, em que consiste a vida integra o esforço coletivo e amplo de investigação do mundo a que ela corresponde. Não se trata de um mero capricho, no sentido pejorativo, mas de um cuidado e, sim, também de um luxo existencial: tipicamente humano, de responder ao ímpeto criador de sua condição pensante e enunciativa. O que é a vida? Não se há, afinal, de se perguntar?

O conceito de vida, como questão possível, aberta para várias formas de conhecimento, inclusive a ciência, compõe, em seus desdobramentos, a herança cultural a que a escola recorre em suas seleções: não se tratando de nenhuma aberração. Permanece, claro, a dúvida acerca da relevância da iniciativa de seleção e inclusão deste tema no currículo escolar. É sobre tal dúvida que pode incidir o recurso recém-feito às formulações de Scheiner e Gagliardi.

⁹⁰ “Não retiramos o aluno de seu cotidiano, se usarmos este cotidiano, constantemente, como aspecto ilustrativo da ciência, procurando fazer parecer ao aluno que a ciência é algo tão simples quanto as ações mais banais do dia a dia. Ou ainda, se impomos à ciência um pragmatismo limitador de suas potencialidades. O que ocorre quando só desejamos ensinar conceitos que têm aplicação imediata na vida do aluno e impedimos que ele participe da própria dinâmica cultural do conhecimento científico” (LOPES, 1999, p. 229-230).

Uma vez que a Biologia é um saber legitimamente incluído na escola, por uma série de razões que, em geral, não são postas em dúvida, é preciso que sua constituição como matéria escolar se fundamente em uma organização tal de seus temas que garanta sua apreensão de forma clara e íntegra. Para tanto, se faz necessário atentar ao seu arcabouço teórico, identificando possíveis conceitos centrais que garantam essa clareza e integridade à linguagem biológica.

De acordo com Rizotti (1996), definir vida é o problema central da Biologia Teórica. No entanto, será que definir vida também é uma questão central no ensino de Biologia? O conceito “vida” tem um papel integrativo nas ciências biológicas, sendo capaz de organizar o conhecimento sobre os sistemas vivos de maneira clara, unificada e coerente. No ensino de Biologia, espera-se que os estudantes construam uma visão integrada e ordenada desta ciência, não se limitando à compreensão de termos técnicos, o que pode ser estimulado pelas discussões sobre a definição de vida. A Biologia Teórica pode contribuir para que professores e livros de Ciências e Biologia ofereçam, diante da pergunta “O que é vida?”, mais do que o silêncio ou lista de propriedades. (EL-HANI; KAWASAKI, 2000, p. 29)

É como conceito central, participante das articulações teóricas que sustentam a nomeação da Biologia como ciência unificada, que a admissão curricular do conceito de vida se justifica. Portanto, ela atende tanto à possibilidade de que a escola ofereça caminhos de atenção à pergunta pela vida, como manifestação de uma vontade de saber, a mesma encontrada na raiz do trabalho das ciências, quanto à necessidade de que as Ciências Biológicas sejam conhecidas em sua indispensável construção de unidade.

A discussão escolar do conceito de vida pode reconfigurar a Biologia, o modo como ela é apresentada na escola, contribuindo para a integração de seus ramos e temas e evitando sua transformação em uma coleção pouco significativa de informações e vocábulos dissociados. E mais: é possível também retomar agora, com a ênfase devida, a afirmação, já feita antes⁹¹, acerca de suas contribuições para a experimentação de uma visão menos equivocada da ciência.

A *espessura do vivo* se mostra possivelmente atuante neste sentido não só pelo seu formato, como também pela natureza radical, polissêmica e polêmica da discussão que faz. Debruçar-se sobre a questão da conceituação da vida é poder flagrar a ciência na sua problematicidade medular, no cerne de seu processo de realização, tomado por explícitas divergências e conflitos, em sua natureza aberta, seu espasmo criador. Daí que se possa, assim, diminuir as chances de que os estudantes ignorem a natureza criadora, processual e conflituosa do trabalho científico.

⁹¹ Na seção 4.2 (*Até onde pode ir um livro de biologia?*).

Quando ensinamos a possibilidade de teorias conflitantes coexistirem nas ciências, quando permitimos que o aluno perceba que o mundo físico não é o que aparenta ser ao seu olhar, que existem muitas formas diferentes de explicá-lo e entre elas também existe o conflito, abrimos novas possibilidades para o conhecimento. Pelo ensino de ciências, podemos claramente demonstrar como a Natureza também é uma construção humana. (LOPES, 1999, p. 235)

Retomando os três tipos de letramento propostos por Shen, acredito que eles se alimentam mutuamente, de modo que o enriquecimento da dimensão cultural pode ter repercussões positivas no aprendizado da Biologia como um todo: no envolvimento dos estudantes com esse aprendizado e na incorporação dos conceitos. Discutir o conceito de vida passa por discutir conceitos importantes como os de evolução, espécie, reprodução, sexo, hereditariedade, tradução, transcrição, catálise, metabolismo, organização celular, sinalização, resposta ao ambiente.

É assim que, pela via afetiva e conceitual, torna-se possível que se ensaiem contribuições indiretas às dimensões cívica e mesmo pragmática do letramento científico. Na verdade, são contribuições à alfabetização científica em seu sentido estrito, que podem transbordar para as demais categorias de letramento além da cultural. Contudo, ainda aposto, não porque seja preciso, mas sugestivo, em um possível resultado mais direto da discussão do conceito de vida em termos cívicos.

Trata-se de uma aposta no poder de fascínio dessa discussão, não apenas em relação ao seu próprio desenrolar, como prazeroso jogo intelectual, mas em relação às manifestações da vida. Porque assume um dizer a vida em uma escala ontológica ampla, pode educar o olhar para o reconhecimento de suas mínimas e máximas manifestações, de suas mais diversas expressões. Esse olhar, mais atento, é aquele que pode, por isso, tornar-se mais afetivo: porque mais capaz de se deixar afetado pela presença diversa e praticamente onipresente da vida no planeta.

Talvez isso aumente as chances da atribuição de valor a essa presença, em um apoio, mais lúcido e interessado, à questão das práticas de conservação da biodiversidade, à necessidade de que ela se resolva em políticas públicas eficientes e em um imaginário coletivo educado para a sua cobrança e sua realização conjunta. Perguntar-se pela vida, me parece, pode também somar-se aos movimentos escolares de atuação no sentido de uma consciência de cuidado com a biodiversidade, que não deve ficar confinada a uma educação ambiental setorizada, quase disciplinar.

Assim, os ganhos pedagógicos que a realização da discussão do conceito de vida pode promover se devem às suas peculiaridades. No entanto, estas podem se configurar como certa

estranheza, que traz consigo grandes chances de obter como resposta a dúvida acerca de sua viabilidade como conteúdo propriamente escolar. O conceito de transcrição pode, então, ser mobilizado para dizimar tal dúvida, uma vez que não só a tradução de temas difíceis e polêmicos, mas de qualquer tema é um verdadeiro desafio a que se responde de maneira crítica e criadora.

Em função da aposta na importância do conteúdo programado, há uma preferência dos textos escolares pelos saberes vistos como mais consensuais, que estejam em vigor, mais estáveis na comunidade científica. A escola tem dificuldade de trabalhar com temas cujos desacordos e incertezas ainda estão muito explicitados por essa comunidade. Tais temas ficam, em geral, fora do saber a ensinar. (PERRELI, 1996, p. 84)

O caráter desafiador desse tema não tem de se firmar, necessariamente, como obstáculo intransponível à sua escolarização. Pelo contrário, por conta das novas possibilidades que ele pode despertar, seu desafio pode ser revertido em convocação ao cumprimento da ação transcritora docente: em sua máxima extensão. Talvez, de fato, ele exija um tipo de tratamento diferente do que habitualmente se vê em livros didáticos. Por isso, ei-lo, aqui, presente em um livro paradidático, disponível a formas alternativas de emprego, na sala, fora da sala e mesmo nas avaliações.

Trata-se de um tema incomum e aberto, geralmente ignorado pelos campos biológicos tradicionais e, por conseguinte, ignorado pelos livros didáticos, para o qual dificilmente se encontram materiais didáticos, de que tipo for. Reconheço essas dificuldades, mas insisto na viabilidade da incorporação deste tema, sobretudo, porque acredito na potência da ação criadora docente, capaz de redistribuir ênfases e atenções, forjar imprevistas articulações de ordem prática, rearranjar os recursos, e produzi-los se preciso.

Inclusive, *A espessura do vivo* tem esse papel: de provocar algum deslocamento, no sentido de uma nova possibilidade de organização temática. Com isso, ele oferece um suporte para os professores interessados no tema de que ele trata, além de apontar, de alguma forma, para a possível criação de materiais didáticos. O fato de ser um livro escrito por um professor, em suas apostas curriculares, pode acabar sendo uma espécie de incentivo ou demonstração de uma liberdade criadora docente.

Respondida a segunda questão, desponta ainda a questão acerca de um conseqüente inchaço do currículo com a adoção da discussão aqui proposta. A resposta, de pronto, aponta para o avesso do que ela, com correção, supõe como um problema: é mesmo problemático o

aumento do currículo formal de Biologia por meio da adição de novos temas, mas se trata, aqui, do contrário. O caso não é de acréscimo, mas de redução, uma vez que:

Não é possível ensinar aos estudantes tanto conteúdo de forma pouco estruturada e em tão pouco tempo, e, ainda, esperar que eles construam uma compreensão do mundo vivo que seja significativa, estruturada, e poderosa em termos heurísticos e explicativos. É necessário, pois, reduzir o conteúdo de biologia no ensino médio. (CARVALHO, NUNES-NETO, EL-HANI, 2011, p. 68-69)

Na qualidade de um conceito integrador, o conceito de vida, ao ser incorporado ao currículo, pode atuar na contramão de uma listagem exaustiva de conceitos e vocábulos muito específicos. Sua presença, ao fazer parte de um esforço de síntese e concisão, possibilita que, a partir do reconhecimento dos conceitos-chave da estrutura teórica da Biologia, seu ensino se resuma à discussão de menos temas, porém, mais abrangentes e articuláveis.

Trata-se, em outras palavras, de dizer menos, dizendo mais: menos em quantidade de conteúdos e mais em qualidade de uma apreensão sintética e mais significativa dos conteúdos selecionados. Sem dúvida, esta é uma tarefa difícil, por conta de nosso maior costume e domínio do caminho analítico de abordagem, também pelo nosso apego a configurações temáticas já consolidadas. Outra vez, insisto: a dificuldade tanto pode ser um motivo para a desistência quanto para um avanço mais obstinado.

Um detalhe merece ser comentado. Quando iniciativas de integração se manifestam no ensino, elas, em geral, se dão pela via da abrangência do conceito de evolução. De fato, é um conceito fundamental e articulador, mas, no âmbito de um debate aprofundado sobre o conceito de vida, ele corresponde a apenas uma via, dentre, ao menos, duas outras: centradas nos conceitos de autopoiese e semiose, cada qual. Daí que a conceituação de vida permita uma ampliação de horizontes maior do que a permitida pela via exclusivamente evolutiva.

Outra possível contribuição de *A espessura do vivo* para alguma reconfiguração curricular está na relação da Biologia com outros saberes (como a História) que, em geral, estão distantes, como se não houvesse a possibilidade de um diálogo: um valioso e necessário diálogo. “No caso específico dos livros didáticos, esse problema pode ser ilustrado pela constante omissão de referências bibliográficas e históricas dos conceitos e mesmo de referências sobre seus próprios autores” (LOPES, 1997, p. 107).

Juntamente com a História, também está a Filosofia: ambas podem ter uma fecunda relação com a Biologia e foi na consciência disso que também se inspirou a escrita do livro aqui em questão. Tal relação pode se dar especialmente através das considerações da História e da Filosofia da Ciência, assumidas, de preferência, conjuntamente, segundo a famosa máxima do

filósofo da ciência húngaro Imre Lakatos: “A filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia; a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega” (LAKATOS, 1980 apud EL-HANI, 2006, p. 13).

A parceria entre a História, a Filosofia e a Biologia pode se desdobrar, para além das contribuições da História e da Filosofia da Ciência, em dois sentidos. Em uma visão mais detida, se pode pensar uma História e uma Filosofia particulares da Biologia, problematizando o caráter histórico e filosófico das produções biológicas. Em outro sentido, em uma visão mais ampliada, através da História e da Filosofia em geral, se pode pensar as mútuas interferências entre a Biologia e um amplo contexto histórico e filosófico.

Em resumo, a incorporação da discussão do conceito de vida nos currículos de Biologia, inevitavelmente lhe provoca alterações, como o faria qualquer outro tema, uma vez que o currículo se constitui primeiramente como seleção, organização e distribuição do que importa dizer na escola. Tais alterações, porém, no caso tratado aqui, se dão no sentido da integração entre os temas de cada campo biológico, e de uma reorganização temática direcionada a uma compreensão mais integral, enxuta e significativa da Biologia. Elas também permitem uma integração para além dos limites disciplinares: em torno da História e da Filosofia tanto da Ciência em geral quanto da Biologia.

Não se pode esperar, claro, que seja um movimento livre de tensões e disputas. Há uma série de agentes interessados nas formulações curriculares, para além dos professores, tais como pedagogos, biólogos, editoras e agentes do Estado, que podem atuar favoravelmente ou criar resistências. Mesmo em meio a esse complexo jogo político, com certas questões resolvidas em instâncias a que professores sequer têm livre acesso, a sala de aula é ainda um lugar de enfrentamentos, decisões e encaminhamentos.

Dessa maneira, a liberdade docente, poética, pode, no seu espaço por excelência, subverter minimamente inércias e excessos dos currículos. Não ignoro as pressões externas e o controle que pode ser exercido, por exemplo, no caso do ensino médio, pelas provas para o ingresso no ensino superior. Nem pretendo sobrecarregar a figura docente com a responsabilidade máxima de definição do que se diz na escola, como uma espécie de *herói* solitário. Porém, não posso negar que professores podem participar do jogo político e efetivamente contribuir, por meio do cumprimento de seu papel, com a definição dos contornos curriculares.

Isso é possível pela própria natureza do que nomeamos *currículo*. Dentro do que já se disse aqui das relações entre escola e cultura é que se pode pensá-lo. Respeitando a paisagem

semântica que a discussão vem percorrendo aqui, talvez caiba pensá-lo como a gramática que garante a significância e a legitimidade do que a escola diz, organizando, selecionando e delimitando esse(s) dizer(es). Assim:

Podemos pensar que o que um currículo “é” é uma linguagem (...)

Ao atribuir essa condição “linguajeira” a um currículo, dizemos que a natureza de sua discursividade é arbitrária e ficcional, por ser histórica e socialmente construída. Que seu discurso fornece apenas uma das tantas maneiras de formular o mundo, de interpretar o mundo, e de atribuir-lhe sentidos. Que sua sintaxe e semântica tem uma função constitutiva daquilo que enuncia como sendo “escola”, “aluno/a”, professor/a”, “pedagogia”, e inclusive “currículo”. Que as palavras que um currículo utiliza para nomear as “coisas”, “fatos”, “realidades”, “sujeitos” são produtos de seu sistema de significação, que disputa com outros sistemas. Que um currículo, como linguagem, é uma prática social, discursiva e não-discursiva, que se corporifica em instituições, saberes, normas, prescrições morais, regulamentos, programas, relações, valores, modos de ser sujeito. (CORAZZA, 2001, p. 9-10)

É por meio do currículo, como reelaboração da cultura e reduplicação dos modos de dizer o mundo, que se pode, na escola, dizer o que quer que seja: do mundo, de nós, da própria escola. Mas esta não diz *o que quer que seja* e sim *o que se quer que seja*, uma vez que não se diz tudo, mas o que se diz tem a força de um *tudo*, alçado à concretude contundente das coisas verdadeiras. O currículo é essa escolha, esse recorte, essa seleção de verdades que se devem dizer. Daí que se possam pensar os currículos “como construções sócio-históricas que produzem e hegemonomizam significados sobre quem somos e sobre aquilo que sabemos” (FERREIRA, 2014, p. 187).

Nesse sentido, de fato, não há *o currículo*, mas *currículos*: possibilidades divergentes de seleção e instauração de regimes de verdade, traduções filiadas a vontades distintas de reconhecimento, elaboração e aproveitamento do mundo. O currículo é menos uma coisa e mais um lugar de disputas pela enunciação do mundo. Ou antes, menos um lugar e mais essa própria disputa, nas suas consolidações provisórias, ainda que pareçam permanentes e plenamente justificáveis. “Como terreno onde se joga o jogo da significação e da representação, o currículo é, assim, objeto de uma disputa vital” (SILVA, 2010, p. 65).

O currículo nunca está pronto: não é desencarnado e definitivo. Justamente porque é múltiplo e polêmico, porque é dividido nas entranhas da sua consistência processual, o currículo é sempre o que, estando, ainda não veio: é o que está por vir. Talvez se devesse falar em uma contínua e necessariamente intranquila curricularização. E, com isso, não quero negar a veracidade de suas determinações seja onde for, ou como for: o caso é de assumir que essa veracidade é uma produção e que o currículo é justamente esse processo de produção de verdades, seja aquela que, em uma dada condição, se reconheça, sejam outras.

O que a Biologia tem a ver com isso? A simples possibilidade de se fazer essa pergunta como se sua resposta não fosse óbvia já é expressão de certa enunciação da Biologia, que resulta do modo como, dentro e fora da escola, interesses diversos disputam verdades a respeito dessa ciência e linguagem. O que ela diz? Como diz? O que não lhe cabe dizer? Toda essa conversa se aplica também às Ciências Naturais? Não são elas leituras sofisticadas de fenômenos da natureza: por demais *reais* e *verdadeiros*?

Tome-se algo: uma vaca, para usar um exemplo presente em *A espessura do vivo*. O que pode ser uma vaca para diferentes pessoas inseridas em diferentes contextos culturais, referentes às suas origens, profissões, e possibilidades de comunicação? Indianos e argentinos, zoólogos e fazendeiros, militantes veganos e amantes de churrasco, pintores, cantores sertanejos, boiadeiros, crianças, professores... Essa listagem se aproxima do ridículo, mas serve ao propósito de deixar à mostra a nudez impossível de uma vaca. O que ela é em si mesma?

A vaca, aquela, uma ou todas, e todo o mundo vivo não são senão a experiência que fazemos deles, e tal experiência passa por dizê-los e, dizendo-os, concebê-los. “Falar de biologia como narrativa passa por entender que as suas histórias produzem seres materiais muito específicos e que a forma como se fala deles não só os descreve, mas os produz” (SANTOS, 2007, p. 254). E mais: se a Biologia está presente na escola é porque, de alguma maneira, o modo como ela concebe e enuncia a vaca e outras coisas, para continuar na linha caricata do exemplo, importa, ou seja, impõe-se na disputa por esse lugar de importância.

O modo como o mundo vivo é apresentado na escola, e, com ele, a Biologia, não é gratuito, nem serenamente consensual, sequer permanente. A Biologia escolar, como qualquer outra matéria, enquanto seleção cultural, não só tem tudo a ver com isso, como é o próprio acontecimento disso. Ela se destina à participação na formação humana, escolar, e, com isso, a contribuir com determinados processos de subjetivação, nos quais, atualmente, dizer biologicamente tem valor positivo e defensável. Afinal:

(...) todo currículo “quer” modificar alguma coisa em alguém, o que supõe, por sua vez, alguma concepção do que é esse “alguém” que deve ser modificado. Ao conceber um currículo, queremos que “alguém” passe a respeitar as leis do trânsito, modifique sua atitude em relação à prevenção da Aids, torne-se uma cidadã exemplar, transforme-se em uma trabalhadora produtiva. Da mesma forma, há uma série de pressupostos sobre a “matéria” sobre a qual essas transformações se darão: processos mais ou menos conscientes; “matéria” mais ou menos plástica; participação mais ou menos ativa; efeitos de menor ou maior duração. Ou seja, todo currículo carrega, implicitamente, alguma noção de subjetivação e de sujeito: “quem nós queremos que eles e elas se tornem?”; “o que eles e elas são?”. (SILVA, 2002, p. 3)

Trata-se de um processo continuamente disputado, cambiante e multifacetado, do qual participam agentes variados em variadas instâncias de ação. É nesse tumultuado jogo de legitimação de mundos possíveis, que se fazem verdadeiramente mundos por meio de diferentes modos de enunciação, que a escola atua. E, dentro da escola, em um lugar físico e simbólico, nada modesto simbolicamente, caso o seja fisicamente, é que professores se encontram com alunos e podem encontrar conjuntamente suas margens de manobra.

Não porque eles sejam quaisquer coisas como guerreiros lutando contra algum único inimigo reconhecível, mas porque, participando desse cenário, estão imersos em suas ambiguidades, suas combinações de forças. Assim, o atravessam com suas referências e desejos, suas formulações e silêncios, mesmo suas incompreensões, produzindo, por vezes, possíveis distensões, distorções e desvios, sem poder determinar com exatidão aonde vão dar. E, com a insegurança e a audácia próprias dos poetas, eles podem viver sua docência como um complexo e delicado desafio de com-posição.

“Há lugar aqui para uma poética do currículo. Da perspectiva de uma poética do currículo, ele não é visto como a pura expressão ou registro de uma realidade ou de um significado preexistente: ele é a criação linguística, discursiva, de uma realidade própria” (SILVA, 2010, p. 66). É este o lugar de *A espessura do vivo*, ou, ao menos, a vontade de que ele é a expressão: lugar de uma Biologia por ser (re)feita na escola e de uma escola por ser (re)feita na Biologia.

6. Aonde chega um professor ao escrever um livro?

(Conclusão)

Ao longo desse percurso, algumas relevantes considerações puderam despontar. Primeiramente, está a de que professores são transcriutores dos conhecimentos de referência: aqui, no caso, a Biologia. Transcriá-los é traduzi-los de sua versão acadêmica para uma versão escolar. Pelas peculiaridades da escola, essa tradução é tanto uma leitura crítica do saber acadêmico quanto sua (re)criação. Nisso, como fundamento mesmo disso, está também a consideração da escola como o lugar de uma apresentação: a apresentação do mundo às novas gerações, através das linguagens selecionadas da multiplicidade cultural.

Um dos recursos típicos e nucleares do modo como a escola cumpre sua tarefa legítima de dispor o mundo aos mais jovens são justamente os livros: esses dispositivos por meio dos quais o próprio mundo, tal como é dito e concebido pelas gerações anteriores, pode ser lido. Portanto, a escola tem sim um modo próprio de dizer as coisas, ainda que em referência às linguagens acadêmicas, e esse modo escolar vem se encarnando não única, mas significativamente nos livros. Daí a pertinência da escrita do livro (para)didático aqui em questão.

Os livros escolares, em geral, obedecem a uma série de demandas peculiares, que o conformam como aquilo que chamamos de didático. Basicamente, trata-se de certo enquadramento dos saberes, que os delineiam em novos contornos, segundo exigências de clareza, sequenciamento programável, possibilidades de avanço e retorno e interconexão, enfim, exigências que os tornem matérias: objetos de estudo. Conformar uma Biologia escolar é dispor o mundo vivo, como o que pode ser dito e concebido por uma linguagem biológica, ao estudo, propiciando que os jovens se tornem, com isso, estudantes.

O cumprimento desse tornar-se estudante é acompanhado do cumprimento e da atualização de um tornar-se leitor. Valer-se de um livro (para)didático é também participar da formação de leitores, quanto mais se seu texto contar com recursos linguísticos diversificados e exigências estimulantes da capacidade leitora. Há, portanto, no uso dos livros, a contribuição à história de leitura dos estudantes. A atenção à leitura, também à escrita, são tarefas básicas da escola e devem integrar as preocupações do ensino de qualquer matéria, inclusive a Biologia, que trabalha através da compreensão e da produção de textos.

Porque a leitura é uma ação sobre o texto, sua interpretação, o uso consistente de um livro (para)didático pode ser uma relevante prática de letramento. Tratando-se de um livro de

Biologia, está em jogo também o letramento científico, no sentido do aprendizado e domínio do vocabulário e do quadro conceitual da Biologia, da interpretação destes em um discurso biológico, da apreensão de novas articulações e mesmo da mobilização de novos afetos. Afinal, “(...) o desenvolvimento da inteligência é inseparável do mundo da afetividade, isto é, da curiosidade, da paixão, que, por sua vez, são a mola da pesquisa filosófica ou científica” (MORIN, 2011, p. 20).

Entra nesse jogo também a apropriação por parte dos jovens de uma herança cultural extremamente valiosa e presente no cenário cultural. As discussões em Biologia, mesmo a infrequente discussão sobre o conceito de vida, podem, em maior ou menor medida, contribuir para dimensões variadas do processo de letramento, seja a pragmática, a cívica ou a cultural (segundo a categorização de Benjamin Shen). É importante também não desmerecer o valor cultural da ciência, e o tema do livro segue especialmente nesse sentido.

Outro ponto importante é a possível contribuição de um livro a uma compreensão menos ingênua do que seja a atividade científica. Por meio da discussão de um determinado tema pertinente à Biologia, pode se dar a problematização da ciência em geral, a reflexão acerca de suas marcas, suas potências e limites, de modo que ela não seja tomada nem além nem aquém do que é (pode ser) sua participação na dinâmica mais ampla da cultura. Tão importante quanto pensar através da ciência é pensar a própria ciência.

Por exemplo, com a discussão do conceito de vida, dificulta-se a visão equivocada da ciência como uma atividade puramente experimental, atórica e exclusivamente analítica. O debate teórico sobre o que é a vida toma um rumo contrário: afirma a importância fundamental da teoria, inclusive como conformadora da prática experimental, e o caráter sintético que as teorias têm em geral. Além disso, por ser, de fato e explicitamente, um debate, dificulta que se tome a produção científica por demasiadamente pacífica, unívoca e imutável.

No que se refere à educação em ciência deve evitar-se a excessiva simplificação da estrutura e do papel desempenhado pelas teorias, já que quando tal acontece está a dar-se uma ideia de ciência finalizada, como retórica de conclusões, não se evidenciando a complexidade da sua construção antes reforçando-se uma visão autoritária da ciência, não se dando realmente relevo à ideia de um questionamento contínuo, de dúvida, face à forma final do produto final apresentado. A mudança de teoria é, pois, um elemento natural em todas as disciplinas e o desafio que é feito aos professores consiste em captar, sobretudo, o caráter evolutivo do conhecimento científico. (CACHAPUZ et al (orgs.), 2005, p. 80)

Como já explicitado, segundo os pesquisadores Claus Emmeche e Charbel El-Hani, existem três vertentes através das quais se pode conceituar a vida. Há a *neodarwinista*, mais

disseminada, fundamentada na evolução pela seleção natural, possível pela atividade de entidades replicadoras. Mas há também a *autopoiética*, inspirada pelo conceito de autopoiese, dando ênfase à circularidade autônoma dos sistemas vivos em seu metabolismo, e a *biossemiótica*, baseada em uma visão da vida como uma semiose, uma operação de significação, articulando signos e sentidos. Essas últimas são menos conhecidas, mas vêm se mostrando promissoras.

O enfrentamento dessas três possibilidades de uma articulação geral dos fenômenos vitais deixa visível o caráter construtivo e conflitivo da produção do conhecimento científico, de modo que a Biologia possa ser pensada como uma elaboração histórica e coletiva e não como a enunciação de verdades eternas e universais. Suas verdades são produzidas, batalhadas, trabalhadas ao longo dos anos pela comunidade dos biólogos em um amplo contexto social, político, econômico, cultural. “Como as outras ciências da natureza, a biologia perdeu, hoje, muitas das suas ilusões. Não procura mais a verdade. Constrói a sua” (JACOB, 2001, p. 23).

Abrir a discussão sobre o conceito de vida na escola é abrir conjuntamente possibilidades de se pensar o que se faz quando se faz ciência e em que medida esse fazer é um (re)fazer o mundo. “Esse exercício tradutório da docência consiste em um modo de colocar à mostra e, mais além, de enfatizar o próprio processo de construção e de criação do nosso mundo comum” (AQUINO; CORAZZA; ADÓ, 2018, p. 10).

A compreensão da Biologia escolar como criação (ficção), que inspira e fundamenta o trabalho transcriador docente, é a afirmação do caráter criador (fictício) da própria ciência Biologia e, por isso, do mundo em sua dimensão biológica e em qualquer outra. O modo como concebemos e dizemos o mundo é o modo como o (re)criamos. A escola é também o lugar dessa afirmação: não do equívoco relativista a que alguns supõem que ela leve, mas da profunda responsabilidade a que ela convoca, a responsabilidade pelas verdades do mundo e suas possibilidades de realização em modos de vida compartilhados.

O fato de haver determinada questão em evidência e todo um esforço teórico e argumentativo na direção de sua resolução, sem que a multiplicidade de caminhos para esta seja ignorada, também expõe, em alguma medida, o caráter aventuroso e investigativo do fazer científico. Mesmo porque a ciência é feita não apenas por meio de experimentos, mas a partir da leitura crítica da tradição científica e da escrita argumentativa, pelas quais também ocorrem enfrentamentos, articulações e consolidações teóricas.

Daí decorre a necessidade de destacar, em qualquer educação, as grandes interrogações sobre nossas possibilidades de conhecer. Pôr em prática estas

interrogações constitui o oxigênio de qualquer proposta de conhecimento. Assim como o oxigênio matava os seres vivos primitivos até que a vida utilizasse esse corruptor como desintoxicante, da mesma forma a incerteza, que mata o conhecimento simplista, é o desintoxicante do conhecimento complexo. De toda forma, o conhecimento permanece como uma aventura para a qual a educação deve fornecer o apoio indispensável. (MORIN, 2011, p. 29)

Mais do que se aproximar, em alguma medida, das discussões em torno do bem-vindo, se não necessário, ensino investigativo, *A espessura do vivo* quis se inscrever em uma espécie de *pedagogia do espanto*, qual seja, um investimento pedagógico intencional nas perguntas como nascedouros do conhecimento, como expressões e encaminhamentos do espanto humano diante do mundo, do qual emergem os esforços em conhecê-lo. “Em questão está o modo de ser que é o do *perguntar*, o qual, por sua vez, brota do *espanto*, ou seja, acorda desde um puxão, o *pução do pasmo* ou da *admiração*” (FOGEL, 2009, p. 31).

A ênfase nas perguntas nasce de um respeito e de um apreço pela aventura da ciência e do conhecimento, que não são senão desdobramentos de perguntas. É importante, portanto, que o ensino de Biologia, ou do que quer que seja, não vire uma listagem das respostas elaboradas ao longo da história, mas o avivamento das perguntas que originaram tais respostas e que garantem, com suas repercussões, ainda hoje, tanto a continuidade da tradição quanto a sua reformulação em novas frentes de questionamentos.

Quanto ao tema específico discutido, por sua abrangência, ele propicia um exercício de síntese e integração, no sentido da apreensão da complexidade e multiplicidade inerentes ao mundo vivo e, de forma mais ampla, ao mundo como um todo. “A inteligência parcelada, compartimentada, mecanicista, disjuntiva e reducionista rompe o complexo do mundo em fragmentos disjuntos, fraciona os problemas, separa o que está unido, torna unidimensional o multidimensional” (MORIN, 2011, p. 40).

O poder de síntese atrelado à discussão sobre o conceito de vida é uma característica central para se pensar sua relevância. A mobilização das noções de *arcabouço conceitual*, de Scheiner, e de *conceito estruturante*, de Gagliardi, serviu justamente à afirmação desse poder. Afinal, em última instância, o que quer que se diga em Biologia tem relação com o fenômeno da vida: seu objeto, ao qual remetem sua origem e história, seu compromisso e suas possibilidades futuras. É nessa direção que:

O conceito de Vida tem sido considerado o problema central da Biologia teórica. Contudo, dada a extrema complexidade do assunto, atitudes cétricas ocorrem com frequência, sendo que muitos biólogos afirmam que uma resposta plausível não existe, ou então, apenas listam características dos seres vivos, que não são suficientes para definir Vida. No Ensino de Biologia, discussões teóricas como a do conceito de Vida

poderiam facilitar a integração de diferentes áreas bem como dos conceitos estudados. (BACHEGA; ANDRADE; MEGLHIORATTI; CALDEIRA, 2018, p. 40)

O enfrentamento de certa fragmentação que marca a experiência escolar da Biologia é uma demanda importante que a discussão sobre o conceito de vida se mostrou disposta a enfrentar. Porém, não é o caso de afirmá-la suficiente ou perfeita para tanto. Não proponho, com *A espessura do vivo*, nenhuma panaceia. Nenhum tema ou material didático são, por si sós, completos o bastante para remodelarem o ensino de Biologia nem naquilo que possa parecer consensualmente necessário ou desejável. Trata-se apenas de contribuições nesse sentido.

No mais, o livro paradidático e a dissertação estão assentados em uma aposta na capacidade de professores e estudantes: na compreensão leitora, crítica e inventiva, de ambos. A abertura e a multiplicidade intrínsecas à questão do conceito da vida foram exploradas não no rumo de uma resolução forçada, mas em direção a uma irresolução provocadora, que convoca os leitores ao protagonismo na resolução da pergunta inspiradora do livro. Ele simplesmente discute as três vertentes de resposta à pergunta pela vida, sem fazer a opção exclusiva por uma delas.

O caso é de compartilhamento de uma inquietação e da aventura intelectual que dela pode decorrer. Claro, trata-se da reformulação disso em um percurso escolar: didático, destinado à sua rica apropriação por estudantes e professores. Contudo, mais do que querer dizer o que os professores devem fazer, a intenção aqui foi a de problematizar e estender o feito de um professor, que, justamente por isso, por ser o feito de um professor, pode interessar a outros professores: tanto devido ao material didático produzido quanto às reflexões aqui desenvolvidas.

A defesa da pertinência, pelas razões aqui apontadas, da discussão da vida em termos da problematização pedagógica da Biologia está associada à defesa de que o trajeto de investigação e produção por mim cumprido integra as possibilidades da atividade docente. “Em cada Didata-Tradutor, habita, por conseguinte, um Autor; constituído por lances inventivos (...)” (CORAZZA, 2013, p. 193). Pensar o ensino de Biologia pondo em questão suas configurações curriculares, a ponto de propor alterações, inclusive por meio da produção de materiais didáticos, é parte legítima e bem-vinda do exercício docente, enquanto crítica e criação.

Ter liberdade para construir seus próprios caminhos, ou seja, decidir o que e como fazer em relação à sua prática pedagógica pode significar ter que se envolver na produção de seu próprio material didático. Embora não seja a única maneira para que licenciandos e professores de ensino fundamental e médio assumam um papel de

produtor de conhecimento escolar é, sem dúvida, uma forma bastante rica disso acontecer. (BORGES, 2000, p. 115)

O conjunto formado por esta dissertação e pelo livro se presta, portanto, a ser um suporte para a incorporação de uma discussão mais ampla sobre o conceito de vida, seu aprofundamento para além do comentário humilde e demasiadamente repetido acerca de uma possível lista de características essenciais dos seres vivos. Mas também se presta a ser um convite: aos estudantes, para que se deixem levar pelas paisagens conceituais da pergunta-chave; aos professores, para que também o façam e especialmente para que assumam a liberdade poética própria de seu ofício.

O livro pode atuar como um material didático já disponível, mas também, juntamente com a dissertação, como uma espécie de relato refletido de uma experiência que possa contribuir para a produção de novos materiais, referentes ou não ao mesmo tema. Produzir um material didático não é algo trivial: exige leitura e escrita, crítica e criação, cuidado e liberdade. Um recurso desses é, na verdade, a materialização de um modo de conceber não só o tema que ele aborda, mas a escola e a Biologia.

Assumir a ideia do material didático como expressão de concepções de ensino e aprendizagem, significa um avanço em relação à concepção de material auxiliar. O material didático não é um mero auxiliar; ele pode interferir de forma intensa e intencional na relação professor/aluno/conhecimento. O conhecimento é expressão de uma realidade – histórico-social, cultural e física. É ele que articula o diálogo entre professores e alunos. Na dinamização dessa relação, o material didático tem assumido papel fundamental, principalmente através do livro didático, que ao tratar do conhecimento também manifesta uma representação da realidade. (BORGES, 2000, p. 180)

A espessura do vivo, como livro e dissertação, é um material produzido dentro do âmbito próprio da ação docente, mas também nascido no campo da investigação acadêmica da educação: ou seja, é resultante de minha condição docente e do meu processo formativo em um mestrado profissional. É um processo de maturação de ensaios escritos, que venho realizando desde minha iniciação profissional: quando, influenciado por minha formação na graduação, comecei a desenvolver e experimentar, com meus alunos, uma linguagem por meio da qual pudesse produzir meus próprios materiais.⁹²

⁹² No caso, está em jogo parte de minha formação especificamente voltada para o magistério, vivida, há mais de 10 anos, no Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, tendo, inclusive, como professora responsável a professora Marcia Serra Ferreira, hoje minha orientadora: numa feliz coincidência e, ao mesmo tempo, numa espécie de reafirmação de trajetória.

Trata-se também de um processo de afirmação do lugar transcriador que cabe a um(a) professor(a), no enfrentamento de sua lida diária com a escola e com os saberes acadêmicos a se fazerem devidamente presentes nela. Ou seja, é tanto a afirmação desse lugar em mim, na ocupação possível dele por mim em minha carreira, quanto o transbordamento dessa ocupação para uma afirmação pública acerca desse lugar, no que ele diz respeito a qualquer professor(a). Foi nesse sentido que se deu o diálogo com o mundo acadêmico.

É o caso, portanto, de um diálogo e não do acolhimento passivo de proposições acadêmicas. “Adianta alguém pedir a um professor da Faculdade de Educação uma “receita” para fazer uma aula bela, produtiva, criadora?” (CORAZZA, 2012, p. 236). É importante e valioso pensar a escola da perspectiva acadêmica, mas também pensar a academia da perspectiva escolar. Esta dissertação se quis, sobretudo, como a dissertação de um professor, desses típicos, que transitam entre as salas de aula de uma escola: um professor que, em diálogo com a academia, se põe a problematizar sua atividade docente.

Três outros aspectos desse percurso formativo ainda são dignos de comentário. Primeiramente, há o fato de que a investigação não é só um processo de enfrentamento e abordagem de um objeto, mas um processo de subjetivação, através do qual o(a) investigador(a) se faz outro ao longo da investigação. Se é de mim que parto, de minha história e dos limites e alcances de minha visão, é a mim também que chego: mas outro de mim, quiçá mais atento, preparado ou, ao menos, mais ciente de minhas responsabilidades e das potencialidades do meu ofício.

As questões autênticas, de fato, não são simplesmente as que nós fazemos, mas aquelas que nos fazem: que nos transformam enquanto delas nos ocupamos. Mas o processo formativo e transformador do mestrado não diz respeito apenas a mim. Não é à toa que ele é obrigatoriamente tornado público, pois no seu desenrolar, nos outros de mim que me vêm à tona, juntamente emergem outros modos possíveis de se pensar e falar na escola, na Biologia e até na abordagem acadêmica da escola.

Sigo com Corazza, pensando “que é por meio da pesquisa-docência, artistadora de variações múltiplas, que a educação pode produzir ondas e espirais; compor linhas de vida e devires reais; promover fugas ativas e desterritorializações afirmativas” (CORAZZA, 2013, p. 100). Há escolas e Biologias possíveis nos possíveis da experiência de pensamento dos professores. Um programa de mestrado em ensino é, de algum modo, o espaço de liberação dessas possibilidades, do que forjá-las no pensamento, ou na prática, pode alcançar de repercussões em currículos e agentes escolares.

Além de ter me levado a outros de mim e, com isso, possivelmente ter liberado prenúncios ou apontamentos de alternativas referentes ao ensino de Biologia, como terceiro aspecto significativo do mestrado como percurso está certa indefinição de seu término. É claro que, em sua formalidade, mestrados acabam, dissertações e produtos didáticos ficam prontos. No entanto, o processo-motor de toda essa movimentação, a despeito de possíveis alternâncias de intensificação ou esmaecimento, se faz permanente. Afinal:

Ora, por sua natureza humana, a docência-pesquisa integra uma tipologia das ações que são feitas com, entre, acerca, junto, no encontro com humanos. Logo, ações que são, em menor ou maior grau, da ordem do acaso, da aventura, do acontecimento, da surpresa, da irrupção, da novidade, do caos. Ensinar (fazendo pesquisa) e pesquisar (ensinando) consistem, dessa maneira, em criar soluções e, ao mesmo tempo, enigmas. Numa frase pronunciada ou escrita; no olhar ou no sorriso de alguém; num raio de luz; numa hora do dia, alguma coisa se passa, que não existia antes; e um novo, um inédito se faz, mesmo que não consigamos apreendê-lo.

É que, naquilo que se apresenta como encontrado (mas, que, ao contrário, é procurado; isto é, pesquisado), alguma outra coisa quer se realizar, qual seja: o ato de criação, próprio aos humanos. Criação, na qual, o professor-pesquisador acaba encontrando, a um só tempo, mais e menos do que buscava. O que ele encontra tem um valor único; porém, está prestes a escapar de novo; visto que, desde que o novo se instaura, instaura-se, também, a dimensão da sua própria perda. O que leva o educador a começar tudo outra vez; e, ainda, outra vez; outra vez. (CORAZZA, 2013, p. 94)

O que quer que seja um mestrado ele o é por conta de uma pergunta. Por isso, inclusive, seu fim é apenas formal. Uma pergunta autêntica não se esgota, porque se abre em outras, se desdobra em possibilidades inúmeras.⁹³ É movido por essa vitalidade voraz das perguntas que um mestrado acontece: um mestrado, um livro, uma aula, uma vida de pesquisa ou docência, e mesmo a academia e a escola como lugares, por excelência, das perguntas. *A espessura do vivo* foi um apanhar, com as mãos em concha, algo, mínimo, mas significativo, do movimento da pergunta pela vida, em seu curso desafiador, ele mesmo tão vivo.

Que siga, portanto, seu próprio curso... Desdobrando nosso espanto originário com a vida, com o que ela é e faz em nós e para além de nós: quiçá em interesse investigativo e em responsabilidade inventiva, no sentido de que conhecer é criar... Que se some às forças, escolares e culturais, que possam fazer da Biologia, suas produções e a leitura e mobilização escolar dessas produções: um dispositivo fundamental, lúcido e eficiente, em favor da vida nesse novo século...

⁹³ “Estudando se aprende que ainda há muito que estudar, que o estudo, por definição, nunca se acaba, que o que impulsiona o estudo é, precisamente, esse inacabamento que o constitui” (LARROSA, 2018, p. 299).

7. Com quantos livros se faz um livro?

(Referências)

ALMEIDA, Maria José P. M. de; OLIVEIRA, Odisséa Boaventura de; SOUZA, Suzani Cassiani de. *Leitura e escrita em aulas de Ciências*. Florianópolis: Letras Contemporâneas, 2007.

ALVES, Rubem. *Entre a ciência e a sapiência: o dilema da educação*. São Paulo: Ed. Loyola, 1999.

ALVES, Rubem. *Filosofia da ciência: introdução ao jogo e suas regras*. 11. ed. São Paulo: Ed. Loyola, 2000. (Col. Leituras filosóficas).

AQUINO, Julio Roberto Groppa; CORAZZA, Sandra Mara; ADÓ, Máximo Daniel Lamela. Por alguma poética na docência: a didática como criação. *Educação em revista (Belo Horizonte)*. Vol. 34 (jan./mar. 2018), p. 1-18., 2018.

ASTOLFI, Jean-Pierre; DEVELAY, Michel. *A didática das ciências*. Tradução de Magda Sento Sé Fonseca. 16. ed. Campinas: Papirus, 2012.

ASSIS, Alice; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. Algumas reflexões sobre a utilização de textos alternativos em aulas de física. *Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências-ENPEC*. Bauru, SP, 2003.

ATLAN, Henri. *Entre o cristal e a fumaça: ensaio sobre a organização do ser vivo*. Tradução de Vera Ribeiro. Revisão técnica de Henrique Lins de Barros. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1992. (Col. Ciência e Cultura).

BACHEGA, Luciana Ruggiero; ANDRADE, Mariana Aparecida B. S.; MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida; CALDEIRA, Ana Maria de A. Conhecimentos epistemológicos de professores de biologia a respeito do conceito de vida. *Revista Ciências & Ideias*, v. 8, n. 3, p. 20-43, 2018.

BARBIERI, Marcello. *Teoria semântica da evolução*. Tradução de Maria Luísa Pinheiro. Lisboa: Fragmentos, 1987.

BARBIERI, Marcello. Biosemiotics: A new understanding of life. *Naturwissenschaften*, vol. 95, p. 577- 599, jul. 2008.

BERNARDO, Gustavo. *Educação pelo argumento*. 2. ed. Rio de Janeiro: Rocco, 2007.

BIZZO, Nélio. *Darwin – do telhado das Américas à teoria da evolução*. São Paulo: Odysseus, 2002. (Col. Imortais da Ciência).

BOEGER, Walter. *O tapete de Penélope: o relacionamento entre as espécies e a evolução orgânica*. São Paulo: Editora UNESP, 2009. (Col. Paradidáticos, Série Evolução).

BORGES, Gilberto Luiz. *Formação de Professores de Biologia, material didático e conhecimento escolar*. Campinas, 2000. 436 f. Tese (Doutorado em Educação) – UNICAMP.

BOSCO, Francisco. Historiosofia. In: BOSCO, Francisco. *Banalogias*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2007, p. 163-171. (Col. Filosófica; 1).

CACHAPUZ, António, GIL-PEREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo (orgs.). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMPOS, Haroldo de. Da tradução como criação e como crítica. *Metalinguagem: Ensaio de Teoria e Crítica Literária*. São Paulo: Cultrix, 1976, p. 21.

CAMPOS, Raquel Sanzovo Pires de; MONTTOITO, Rafael. O texto alternativo ao livro didático como proposta interdisciplinar do ensino de ciências e matemática. PIROLA, Nelson Antonio (org.). *Ensino de ciências e matemática, IV: temas de investigação* [online]. São Paulo: Editora UNESP; Cultura Acadêmica, 2010, p. 157-174.

CANGUILHEM, Georges. *O conhecimento da vida*. Tradução de Vera Lucia Avellar Ribeiro. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2012.

CANGUILHEM, Georges. *O normal e o patológico*. Tradução de Maria Thereza Redig de C. Barrocas. 7. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2014.

CAPRA, Fritjof; LUISI, Pier Luigi. *A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, sociais e econômicas*. Tradução de Mayra Eichenberg e Newton Eichenberg. São Paulo: Cultrix, 2014. (Col. Polêmica).

CARNEIRO, Maria Helena da Silva; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza. Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 7, n. 2, p. 119-130, 2005.

CARVALHO, Graça Simões de. A Transposição Didáctica e o Ensino da Biologia. In: CALDEIRA, Ana Maria de Andrade; ARAÚJO, Elaine Sandra de (orgs.). *Introdução à didática da biologia*. São Paulo: Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda, 2009, p. 34-57. (Educação para a Ciência, 10).

CARVALHO, Ítalo Nascimento; NUNES-NETO, Nei Freitas; EL-HANI, Charbel Niño. Como selecionar conteúdos de biologia para o ensino médio? *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 1, n. 1, p. 67-100, 2011.

CARVALHO, Ítalo Nascimento; NUNES-NETO, Nei Freitas; EL-HANI, Charbel Niño. Padrões, processos e componentes sistêmicos no ensino médio de Biologia. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 2013, Águas de Lindóia-SP. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Rio de Janeiro-RJ: ABRAPEC, 2013. v. 1. p. A1408-1.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. *Revista Contexto & Educação*, v. 22, n. 77, p. 25-49, 2007.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

CASSIANI, Suzani; GIRALDI, Patrícia M.; LINSINGEN, Irlan Von. É possível propor a formação de leitores nas disciplinas de Ciências Naturais? Contribuições da análise de discurso para a educação em ciências. *Revista Educação: Teoria e Prática*, v. 22, n. 40, 2012.

CASTRO, Manuel Antônio de. *Dicionário de Poética e Pensamento*. Disponível em: <[http://www.dicpoetica.letras.ufrj.br/index.php/Dicion%C3%A1rio de Po%C3%A9tica e Pensamento](http://www.dicpoetica.letras.ufrj.br/index.php/Dicion%C3%A1rio%20de%20Po%C3%A9tica%20e%20Pensamento)>. Acesso em: 12 jan. 2019.

CHARTIER, Roger. Escutar os mortos com os olhos. Tradução de Jean Briant. *Estudos avançados*, v. 24, n. 69, p. 6-30, 2010.

CHAVES, Silvia Nogueira. Por que Ensinar Ciências Para as Novas Gerações? Uma Questão Central Para a Formação Docente. *Revista Contexto & Educação*, v. 22, n. 77, p. 11-24, 2007.

CHEVALLARD, Yves. *La transposición didáctica*. Tradução de Claudia Gilman. 3. ed. Buenos Aires: Aique, 2000.

CHEVALLARD, Yves. Sobre a teoria da transposição didática: algumas considerações introdutórias. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 3, n. 2, 2014.

CIAPUSCIO, Guiomar Elena. De metáforas durmientes, endurecidas y nómades: un enfoque lingüístico de las metáforas en la comunicación de la ciencia. *Arbor*, v. 187, n. 747, p. 89-97, 2011.

CLARK, William. *Sexo e as origens da morte*. Tradução de Ryta Vinagre. Rio de Janeiro: Record, 2006.

CORAZZA, Sandra Mara. O que quer um currículo: In: CORAZZA, Sandra Mara. *O que quer um currículo?* Petrópolis, RJ: Vozes, 2001, p. 9-21.

CORAZZA, Sandra Mara. Didaticário de criação: aula cheia, antes da aula. *XVI ENDIPE: Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino*. Campinas, SP: FE/UNICAMP, 2012.

CORAZZA, Sandra Mara. *O que se transcria em educação?* Porto Alegre, RS: Doisa, 2013.

CORAZZA, Sandra Mara. Didática da tradução, transcrição do currículo (uma escrita da diferença). *Pro-Posições*, Campinas, v. 26, n. 1, p. 105-122, 2015.

CORAZZA, Sandra Mara. A vontade de potência do professor-artistador: currículo e didática da tradução. *Reunião Científica Regional da ANPED*. Curitiba, 2016 A.

CORAZZA, Sandra Mara. Currículo e didática da tradução: vontade, criação e crítica. *Educação & Realidade*, v. 41, n. 4, p. 1313-1335, 2016 B.

CORAZZA, Sandra Mara. Inventário de procedimentos didáticos de tradução: teoria, prática e método de pesquisa. *Revista Brasileira de Educação*, v. 23, 2018.

CORRÊA, André Luis; SILVA, Paloma R.; MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida; CALDEIRA, Ana Maria de A. Aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida: contribuições para o ensino de biologia. *Filosofia e história da biologia*, v. 3, n. 1, p. 21-40, 2008.

CORTESÃO, Luiza. Professor: produtor e/ou tradutor de conhecimentos?: trabalhando no contexto do arco-íris sociocultural da sala de aula. *Educação & Realidade*, Porto Alegre, v. 37, n. 3, p. 719-735, set./dez. 2012.

COSTA, Marisa Vorraber (org.). *A escola tem futuro?* Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

CUNHA, Antônio Geraldo da. *Dicionário etimológico da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Lexikon, 2007.

CUNHA, Rodrigo Bastos. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. *Revista Brasileira de Educação*, v. 22, n. 68, p. 169-186, 2017.

CZERESNIA, Dina. *Categoria vida: reflexões para uma nova biologia*. São Paulo: Ed. Unesp; Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2012.

DAL-FARRA, Rossano; NUNES-NETO, Nei. Reflexões sobre filosofia e história da biologia e educação. *Acta Scientiae*, v.16, n.2, p.370-382, mai.-ago. 2014.

DARWIN, Charles. *A origem das espécies por meio da seleção natural ou A preservação de raças favorecidas na luta pela vida*. Tradução de Daniel Moreira Miranda. Revisão técnica e notas de Nélio Bizzo. São Paulo: Edipro, 2018.

DAWKINS, Richard. *O gene egoísta*. Tradução de Rejane Rubino. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

DAWKINS, Richard. *O maior espetáculo da Terra: as evidências da evolução*. Tradução de Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

DEBOER, George E. Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, v. 37, n. 6, p. 582-601, 2000.

DIAS, Rosa Maria. *Nietzsche educador*. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2003. (Série Pensamento e Ação no Magistério).

EL-HANI, Charbel Niño. Uma ciência da organização viva: organicismo, emergentismo e ensino de biologia. *Epistemologia e ensino de ciências*, p. 199-244, 2002. Disponível em: <https://www.academia.edu/506335/Uma_ci%C3%Aancia_da_organiza%C3%A7%C3%A3o_viva_Organicismo_emergentismo_e_ensino_de_biologia>. Acesso em: 12 dez. 2018.

EL-HANI, Charbel Niño. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. In: SILVA, Cibelle Celestino. *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. 3-21.

EL-HANI, Charbel Niño; KAWASAKI, Clarice Sumi. Contribuições da biologia teórica para o ensino de biologia. I. É possível definir vida. *Coletânea do VII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia*. São Paulo: FEUSP, 2000.

EL-HANI, Charbel Niño; MEYER, Diogo. *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: Editora UNESP, 2005. (Col. Paradidáticos; Série Evolução).

EL-HANI, Charbel Niño; ROQUE, Nádia; ROCHA, Pedro Luís Bernardo da. Livros didáticos de biologia do ensino médio: resultados do PNLEM/2007. *Educação em Revista*, v. 27, n. 1, p. 211-240, 2011.

EL-HANI, Charbel Niño; VIDEIRA, Antônio A. Passos (org.). *O que é vida? Para entender a biologia do século XXI*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000.

EMMECHE, Claus. Autopoietic systems, replicators, and the search for a meaningful biologic definition of life. *Ultimate reality and meaning*, Toronto: University of Toronto Press, vol. 20, p. 244-264, dec. 1997.

EMMECHE, Claus; EL-HANI, Charbel Niño. *Definindo vida, explicando emergência*. Série Ciência e Memória, CNPQ/Observatório Nacional, Coordenação de Informação e Documentação, no 02, 1999.

FERREIRA, Marcia Serra; SELLES, Sandra Escovedo. Análise de livros didáticos em Ciências: entre as ciências de referência e as finalidades sociais da escolarização. *Educação em Foco*, Juiz de Fora, v. 8, n. 1, p. 63-78, 2003.

FERREIRA, Marcia Serra. Currículo e cultura: diálogos com as disciplinas escolares Ciências e Biologia. In: MOREIRA, Antônio Flávio; CANDAU, Vera Maria. *Currículos, disciplinas escolares e culturas*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014, p. 185-213.

FIGUEIREDO, Adriana do Carmo. A arte de ensaiar com uma perspectiva científica. *Palimpsesto-Revista do Programa de Pós-Graduação em Letras da UERJ*, v. 11, n. 15, p. 1-14, 2012.

FLACH, Pâmela Z. S.; DEL PINO, José Claudio. Afinal, para que servem a história e a filosofia da biologia? *Educação Por Escrito*, v. 7, n. 2, p. 236-252.

FLÔR, Cristhiane Cunha. *Leitura e formação de leitores em aulas de Química no Ensino Médio*. Florianópolis, 2009. 235 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC.

FLUSSER, Vilém. *A história do diabo*. 3. ed. São Paulo: Annablume, 2008.

FLUSSER, Vilém. *Ficções filosóficas*. São Paulo: EDUSP, 1998.

FLUSSER, Vilém. *Da religiosidade: a literatura e o senso de realidade*. São Paulo: Escrituras Editora, 2002, p. 91-96. (Ensaio transversais, 17).

FLUSSER, Vilém. *Língua e realidade*. 3. ed. São Paulo: Annablume, 2007.

FLUSSER, Vilém. *A história do diabo*. São Paulo: Annablume, 2008.

FOGEL, Gilvan. *Conhecer é criar: um ensaio a partir de F. Nietzsche*. 2. ed. São Paulo: Discurso Editorial; Ijuí, RS: Ed. UNIJUÍ, 2005. (Sendas & Veredas).

FOGEL, Gilvan. *Que é filosofia? Filosofia como exercício de finitude*. Aparecida, SP: ideias & Letras, 2009.

FOGEL, Gilvan. *Homem, realidade, interpretação*. Rio de Janeiro: Mauad X, 2015.

FORQUIN, Jean-Claude. Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais. Tradução de Tomaz Tadeu da Silva. *Teoria & Educação*, v. 5, p. 28-49, 1992.

FORQUIN, Jean-Claude. As abordagens sociológicas do currículo: orientações teóricas e perspectivas de pesquisa. Tradução de Tomaz Tadeu da Silva. *Educação & Realidade*, v. 21, n. 1, 1996.

FOUCAULT, Michel. *As palavras e as coisas*. Tradução de Salma Thannus Muchail. 9. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. (Col. Tópicos).

FRISON, Marli Dallagnol; VIANNA, Jaqueline; CHAVES, Jéssica Mello; Bernardi, Fernanda N. Livro Didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais. *Encontro Nacional de Pesquisas em Educação e Ciências (Enpec)*, v. 7, 2009. Disponível em: <<http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/425.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

GIL, Daniel; VILCHES, Amparo. Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. *Revista Investigación en la Escuela*, 43, 27-37., 2001.

GIL-PÉREZ, Daniel; MACEDO, Beatriz; TORREGROSA, Joaquín Martínez; SIFREDO, Carlos; VALDÉS, Pablo; VILCHES, Amparo (eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago: OREALC/UNESCO, 2005.

GIRALDI, Patrícia M. *Linguagem em textos didáticos de citologia: investigando o uso de analogias*. Florianópolis, 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC.

GIRALDI, Patricia M. *Leitura e escrita no ensino de ciências: espaços para produção de autoria*. Florianópolis, 2010. 350 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC.

GOLDBACH, Tânia; El-HANI, Charbel Niño. Entre receitas, programas e códigos: metáforas e ideias sobre genes na divulgação científica e no contexto escolar. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, vol. 1, n. 1, p. 153-189, 2008.

GOULD, Stephen Jay. *Darwin e os grandes enigmas da vida*. Tradução de Maria Elizabeth Martinez. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

GUERRA, Andreia; FREITAS, Jairo; REIS, José Cláudio; BRAGA, Marco. *Galileu e o nascimento da ciência moderna*. 2. ed. São Paulo: Atual, 1997. (Col. Ciência no tempo).

HEWITT, Paul G. *Física conceitual*. Tradução de Trieste F. Ricci. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

IANNI, Octavio. Variações sobre arte e ciência. *Tempo social*, v. 16, n. 1, p. 7-23, 2004.

JABLONKA, Eva; LAMB, Marion. *Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história da vida*. Tradução de Claudio Angelo. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

JACOB, François. *A lógica da vida: uma história da hereditariedade*. Tradução de Ângela Loureiro de Souza. Revisão de Roberto Machado. 2. ed. Rio de Janeiro: Edições Graal, 2001. (Col. Biblioteca de Filosofia e História das Ciências, n. 13).

JACOB, François. *A mosca, o rato e o homem*. Tradução de Maria de Macedo Soares Guimarães. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

JOAQUIM, Leyla Mariane; EL-HANI, Charbel Nino. A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene. *Scientiae Studia*, vol. 8, 1, p. 93-128, jan.-mar. 2010.

JORDAN, Bertrand. *O espetáculo da evolução: sexualidade, origem da vida, DNA e clonagem*. Tradução de André Telles. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2005. (Col. Ciência e Cultura).

KAWASAKI, Clarice Sumi; EL-HANI, Charbel Niño. Uma análise das definições de vida encontradas em livros didáticos de biologia do ensino médio. *Coletânea do VIII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia*. São Paulo: FEUSP, 2002.

KELLER, Evelyn Fox. *O século do gene*. Tradução de Nelson Vaz. Belo Horizonte: Crisálida, 2011.

KULL, Kalevi. Semiotics is a theory of life. In: WILLIAMSON, Rodney; SBROCCHI, Leonard G.; DEELY, John (orgs.). *Semiotics 2003: "Semiotics and National Identity"*. New York, Ottawa, Toronto: Legas, 2005, p. 15-31.

LAJOLO, Marisa. Livro didático: um (quase) manual de usuário. *Em aberto*, v. 16, n. 69, 2008. Disponível em:
<<http://www.rbep.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/2061/2030>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

LAKOFF, George; JOHNSON, Mark. Los conceptos mediante lo que vivimos. In: LAKOFF, George; JOHNSON, Mark. *Metáforas de la vida cotidiana*. Tradução de Carmen González Marín. 8. ed. Madrid: Catedra, 2009, p. 39-42. (Teorema).

LANE, Nick. *Questão vital: Por que a vida é como é?* Tradução de Talita Rodrigues. Rio de Janeiro: Rocco, 2017.

LARROSA, Jorge. *Estudar = Estudiar*. Tradução de Tomaz Tadeu e Sandra Corazza. Belo Horizonte: Autêntica, 2003A.

LARROSA, Jorge. Dar a leer, dar a pensar... quizá entre literatura y filosofía. *1º Seminario Nacional para mediadores de Lectura*. Ministerio de Educación de la Nación, 2003B.

LARROSA, Jorge. O ensaio e a escrita acadêmica. Tradução de Malvina do Amaral Domeles. *Educação & Realidade*, v. 28, n. 2, 2003C.

LARROSA, Jorge. A operação ensaio: sobre o ensaiar e o ensaiar-se no pensamento, na escrita e na vida. Tradução de Carla Cardarello. *Educação & Realidade*, v. 29, n. 1, 2004.

LARROSA, Jorge. *Nietzsche & a Educação*. Tradução de Semíramis Gorini da Veiga. 3 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

LARROSA, Jorge. Sobre a lição. In: LARROSA, Jorge. *Pedagogia profana: danças, piruetas e mascaradas*. Tradução de Alfredo Veiga-Neto. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010, p. 139-146.

LARROSA, Jorge. Uma língua para a conversação. In: LARROSA, Jorge. *Tremores: escritos sobre experiência*. Tradução de Cristina Antunes e José Wanderley Geraldi. Belo Horizonte: Autêntica, 2015, p. 57-72. (Col. Educação: Experiência e Sentido).

LARROSA, Jorge. *Esperando não se sabe o quê: sobre o ofício do professor*. Tradução de Cristina Antunes. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

LARROSA, Jorge; RECHIA, Karen. *P de professor*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2018.

LEITE, Miriam Soares. *Contribuições de Basil Bernstein e Yves Chevallard para a discussão do conhecimento escolar*. Rio de Janeiro, 2004. 131 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – PUC.

LEMKE, Jay. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. Tradução de Agustín Aduriz-Bravo. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, v. 24, n. 1, p. 5-12, 2006.

LERNER, Delia. *Ler e escrever na escola: o real, o possível e o necessário*. Tradução de Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2002.

LEWONTIN, Richard. *A tripla hélice: gene, organismo e ambiente*. Tradução de José Viegas Filho. Revisão técnica de Charbel Niño El-Hani. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. *Conhecimento escolar: cotidiano e ciência*. Rio de Janeiro: EDUERJ, 1999.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Conhecimento escolar: processos de seleção cultural e de mediação didática. *Educação & Realidade*, v. 22, n. 1, 1997.

MARANDINO, Martha. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. *Revista brasileira de educação*, n. 26, 2004.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo: Cortez, 2009. (Col. Docência em formação. Série Ensino Médio)

MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion. *O que é vida?* Tradução de Vera Ribeiro. Revisão técnica de Francisco Salzano. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002A.

MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion. *O que é sexo?* Tradução de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002B.

MASSCHELEIN, Jan; SIMONS, Maarten. Tradução de Cristina Antunes. *Em defesa da escola: uma questão pública*. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

MASSCHELEIN, Jan; SIMONS, Maarten. A língua da escola: alienante ou emancipadora? In: LARROSA, Jorge. *Elogio da escola*. Tradução de Fernando Coelho. Belo Horizonte: Autêntica, 2017A, p. 19-40. (Col. Educação: Experiência e Sentido).

MASSCHELEIN, Jan; SIMONS, Maarten. Experiências escolares: uma tentativa de encontrar uma voz pedagógica In: LARROSA, Jorge. *Elogio da escola*. Tradução de Fernando Coelho. Belo Horizonte: Autêntica, 2017B, p. 41-64. (Col. Educação: Experiência e Sentido).

MASSCHELEIN, Jan; SIMONS, Maarten; KOHAN, Walter. Sobre a escola que defendemos. In: LARROSA, Jorge (org.). *Elogio da escola*. Tradução de Fernando Coelho. Belo Horizonte: Autêntica, 2017, p. 161-176. (Col. Educação: Experiência e Sentido).

MASSCHELEIN, Jan; SIMONS, Maarten; LARROSA, Jorge et al. A escola: formas, gestos e materialidades. In: LARROSA, Jorge (org.). *Elogio da escola*. Tradução de Fernando Coelho. Belo Horizonte: Autêntica, 2017, p. 195-221. (Col. Educação: Experiência e Sentido).

MASSCHELEIN, Jan; SIMONS, Maarten; LÓPEZ, Maximiliano Valerio. *Skholé e igualdade*. In: LARROSA, Jorge (org.). *Elogio da escola*. Tradução de Fernando Coelho. Belo Horizonte: Autêntica, 2017, p. 177-196. (Col. Educação: Experiência e Sentido).

MATURANA, Humberto. *A ontologia da realidade*. Organização de Cristina Magro, Miriam Graciano e Nelson Vaz. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. (Col. Humanitas).

MATURANA, Humberto; VARELLA, Francisco. *De máquinas e seres vivos: autopoiese — a organização do vivo*. 3. ed. Tradução de Juan Acuña Llorens. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

MAYNARD-SMITH, John. *Os problemas da biologia*. Tradução de Ana Falcão Bastos. Lisboa: Gradiva, 1994. (Col. Ciência aberta, n. 65).

MAYR, Ernst. *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Tradução de Ivo Martinazzo. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1998.

MAYR, Ernst. *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. Tradução de Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das letras, 2005.

MAYR, Ernst. *Isto é biologia: a ciência do mundo vivo*. Tradução de Claudio Angelo. São Paulo: Companhia das letras, 2008.

MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MENDONÇA, Adriany F.; MENDONÇA, Alexandre F. Contribuições de Nietzsche para uma concepção artística de educação. *Revista Trágica: estudos de filosofia da imanência*, v.10 nº 1, p. 24-41, 2017.

MENEZES, Luís Carlos de; YASSUKO, Housome (coords.). *Leituras de Física – GREF – Para ler, fazer e pensar*. São Paulo: IFUSP, 1998.

MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: Editora UNESP, 2005. (Col. Paradidáticos, Série Evolução).

MONOD, Jacques. *O acaso e a necessidade: ensaio sobre a filosofia natural da biologia moderna*. Tradução de Bruno Palma e Pedro Paulo de Sena Madureira. 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

MOREIRA, Ildeu de Castro. Poesia na sala de aula de ciências? A literatura poética e possíveis usos didáticos. *Física na escola*, v. 3, n. 1, p. 17-23, 2002.

MOREIRA, Ildeu de Castro; MASSARANI, Luisa. (En)canto científico: temas de ciência em letras da música popular brasileira. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 13 (suplemento), p. 291-307, out. 2006.

MORIN, Edgar. *O método 2: a vida da vida*. Tradução de Marina Lobo. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MORIN, Edgar. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2011.

MORTIMER, Eduardo F. Sobre chamas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In: CHASSOT, A.; OLIVEIRA, R. J. (Org.). *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1998. p. 99-118.

MUNAKATA, Kazumi et al. *Produzindo livros didáticos e paradidáticos*. São Paulo, 1997. 217 f. Tese (Doutorado em História e Filosofia da Educação) – PUC.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

MURPHY, Michael P.; O'NEILL, Luke A. J. (Orgs.). *“O que é vida?” 50 anos depois: Especulações sobre o futuro da biologia*. Tradução de Laura Cardellini B. de Oliveira. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1997.

NASCIMENTO, Tatiana G. *Leituras de divulgação científica na formação inicial de professores de ciências*. Florianópolis, 2008, 376f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC.

NETO, João Cabral de Melo. *O cão sem plumas*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2011.

NIETZSCHE, Friedrich. *A gaia ciência*. Tradução de Paulo César de Souza. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

NIETZSCHE, Friedrich. *Assim falou Zaratustra: um livro para todos e para ninguém*. Tradução de Paulo César de Souza. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

NIGRO, Rogério Gonçalves. Textos e leitura na educação em Ciências: contribuições para a alfabetização científica em seu sentido mais fundamental. São Paulo, 2007. 290 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – USP.

OLIVEIRA, Helena Rivelli de. *Argumentação no ensino de ciências: o uso de analogias como recurso para a construção do conhecimento*. Florianópolis, 2012. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – UFJF.

PAZ, Octavio. *Tradução: literatura e literalidade*. Tradução Doralice Alves de Queiroz. Belo Horizonte: FALE/UFMG, p. 8-32, 2009.

PEREIRA, Rita Marisa R. A pesquisa como experiência estética. In: PASSOS, Mailsa Carla P.; PEREIRA, Rita Marisa R. (orgs.). *Educação experiência estética*. Rio de Janeiro: NAU, 2011, p. 227-239.

PERISSÉ, Gabriel. *O leitor criativo: a busca da leitura eficaz*. São Paulo: Ômega Editora, 2004.

PERISSÉ, Gabriel. *Literatura & Educação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. (Temas & Educação).

PERISSÉ, Gabriel. *Estética & Educação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2009. (Temas & Educação).

PERISSÉ, Gabriel. *Ler, pensar e escrever*. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

PERRELLI, Maria Aparecida. *A transposição didática no campo da indústria cultural*. Florianópolis, 1996. 169 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – UFSC.

PIEVANI, Telmo. *Introdução à filosofia da biologia*. Tradução de Silvana Cobucci Leite. São Paulo: Edições Loyola, 2010.

PORTOCARRERO, Vera. *As ciências da vida: de Canguilhem a Foucault*. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2009.

PUTTINI, Rodolfo Franco; PEREIRA JUNIOR, Alfredo. Além do mecanicismo e do vitalismo: a “normatividade da vida” em Georges Canguilhem. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, v. 17, n. 3, p. 451-464, set.-dez. 2007.

QUEIROZ, Glória; GUIMARÃES, Luiz Alberto; BOA, Marcelo Cordeiro Fonte. O professor artista-reflexivo de Física, a pesquisa em ensino de Física e a modelagem analógica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n. 3, 2001.

REZENDE, Antônio Martinez de; BIANCHET, Sandra Braga. *Dicionário do latim essencial*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2016. (Col. Clássica).

RIBETTO, Anelice; NASCIMENTO, Rejane. Caminhos de uma pesquisa: a costurografia como outra escrita acadêmica. *Revista Digital do LAV*, v. 10, n. 3, p. 5-16, 2017.

SAFATLE, Vladimir. O que é uma normatividade vital? Saúde e doença a partir de Georges Canguilhem. *Scientiae Studia*, v. 9, n. 1, p. 11-27, jan.-mar. 2011.

SALOMÃO, Simone Rocha. *Lições da Botânica: Um ensaio para as aulas de Ciências*. Niterói, 2005. 259 f. Tese (Doutorado em) – UFF.

SALZANO, Francisco. *DNA e eu com isso?* São Paulo: Oficina de textos, 2005. (Série Inventando o futuro).

SANTAELLA, Lucia. *O que é Semiótica?* 12. ed. São Paulo: Brasiliense, 1996.

SANTOS, Boaventura de Sousa. *Um discurso sobre as ciências*. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

SANTOS, Luís Henrique dos. A Biologia tem uma história que não é natural. In: COSTA, Marisa Vorraber (org.). *Estudos culturais em educação: mídia, arquitetura, brinquedo, biologia, literatura, cinema...* Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000, p. 229-255.

SANTOS, Wildson Luiz P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, p. 474-550, set./dez. 2007.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2016.

SCHEINER, Samuel M. Toward a conceptual framework for biology. *The Quarterly Review of Biology*, v. 85, n. 3, p. 293-318, 2010.

SCHÖDINGER, Ernst. *O que é vida?* seguido de *Mente e matéria* e *Fragmentos autobiográficos*. Tradução de Jesus de Paula Assis e Vera Yukie K. de Paula Assis. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1997.

SERRES, Michel. *Filosofia mestiça*. Tradução de Maria Ignez Duque Estrada. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1993.

SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. *Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa*. Niterói: Eduff, p. 50-62, 2005.

SIBILIA, Paula. *Redes ou paredes: a escola em tempos de dispersão*. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

SILVA, Ezequiel Theodoro da. Ciência, leitura e escola. In: ALMEIDA, Maria José P. M.; SILVA, Henrique César da (orgs.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas: Mercado de Letras: ALB, 1998. (Leituras no Brasil).

SILVA, Tomaz Tadeu da. Dr. Nietzsche, curricularista - com uma pequena ajuda do professor Deleuze. In: MOREIRA, Antônio Flávio; MACEDO, Elizabeth Fernandes de. *Currículo, práticas pedagógicas e identidades*. Porto: Porto, 2002, p. 35-52.

SILVA, Tomaz Tadeu da. *O currículo como fetiche: a poética e a política do texto curricular*. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

SILVA, Tomaz Tadeu da. *Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo*. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

SKLIAR, Carlos. *Desobedecer a linguagem: educar*. Tradução de Giane Lessa. Belo Horizonte: Autêntica, 2014A. (Col. Educação: Experiência e Sentido).

SKLIAR, Carlos. *O ensinar enquanto travessia: linguagens, leituras, escritas e alteridades para uma poética da educação*. Tradução de Adail Sobral, Apoliana Regina Groff, Bernardina Leal, Omar Azevedo e Maria Teresa Esteban. Salvador: EDUFBA, 2014B.

SOARES, Magda. *Letramento – um tema em três gêneros*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2000.

SOBER, Elliot. *Filosofía de la biología*. Tradução de Tomás Fernández e Susana del Viso. Madrid: Alianza Editorial, 1996.

SOLÉ, Isabel. *Estratégias de leitura*. Tradução de Cláudia Schilling. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SOUZA, Suzani Cassiani de. *Leitura e fotossíntese: proposta de ensino numa abordagem cultural*. Campinas, 2000. 313f. Tese (Doutorado em Educação) – UNICAMP.

SOUZA, Suzani Cassiani de. Repensando a leitura na educação em ciências: necessidade e possibilidade na formação inicial de professores. *Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino, II*, 2003.

SOUZA, Suzani Cassiani; NASCIMENTO, Tatiana Galieta. Um diálogo com as histórias de leituras de futuros professores de Ciências. *Pro-posições*, v. 17, n. 1, p. 105-116, 2006.

SUTTON, Clive. Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, v. 21, n. 1, p. 21-25, 2003.

TEIXEIRA, Francimar Martins. Alfabetização científica: questões para reflexão. *Ciência & Educação*, v. 19, n. 4, p. 795-809, 2013.

VIEIRA, António Bracinha. *A evolução do darwinismo*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2009.

VON UEXKÜLL, Jakob. *Dos animais e dos homens – digressões pelos seus próprios mundos* seguido de *Doutrina do significado*. Tradução de Alberto Candeias e Aníbal Garcia Pereira. Lisboa: Edição Livros do Brasil, 1982. (Col. Vida e Cultura)

VON UEXKÜLL, Thure. *A teoria da Umwelt de Jakob von Uexküll*. Tradução de Eduardo Araújo. *Galáxia - Revista do Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Semiótica*, n. 7, p. 19-48, abr. 2004.

YUNES, Eliana. Pelo avesso: a leitura e o leitor. *Revista Letras*, v. 44, 1995, p. 185-196.

ZANETIC, João. Literatura e cultura científica. In: ALMEIDA, Maria José P. M.; SILVA, Henrique César da (orgs.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas: Mercado de Letras: ALB, 1998. (Leituras no Brasil).

ZANETIC, João. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. *Pro-posições*, v. 17, n. 1, p. 39-57, 2006A.

ZANETIC, João. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 13 (suplemento), p. 55-70, out. 2006B.

Livros didáticos analisados:

1. LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando. *Biologia hoje v. 1*. São Paulo: Ática, 2012.

2. FAVARETTO, José Arnaldo. *Biologia – unidade e diversidade: volume 1*. São Paulo: Saraiva, 2013.

3. AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. *Biologia moderna: Amabis & Martho 1*. São Paulo: Moderna, 2016.

4. CATANI, André; CARVALHO, Elisa Garcia; SANTOS, Fernando S. dos; Aguilari, João B.; CAMPOS, Sílvia Helena de A. *Ser protagonista – Biologia – 1*. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

5. LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. *Bio volume 1*. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

A espessura do livro

(Apêndice)

A espessura do
vivo

A espessura do
vivo

Alessandro Guanabara

2019

Apresentação

Quem vai negar que a vida é tremendamente diversa e intrigante nas suas manifestações? Essas que vemos através das incontáveis espécies de seres vivos que habitam o planeta, incluindo a nossa. A biologia é justamente a ciência dedicada a pensar e dizer essas manifestações. Mas o que é que nos permite reconhecê-las como próprias de um mundo que chamamos de *vivo*? Afinal de contas, o que é a vida? Este modesto livro é fruto dessa pergunta: nada modesta.

Na verdade, este é um livro e uma procura. E seu horizonte é o conceito biológico de vida, ou seja, o modo como a biologia pode responder a essa questão. O caminho a ser percorrido, devo avisar, não é simples. Perguntar-se pelo que é a vida é um abuso: por conta do buraco silencioso que se abre no chão de fazer uma pergunta assim. Cadê a resposta? As respostas... Onde são faladas? Onde são caladas? E a pergunta insiste e se repergunta.

Por isso, este é um livro escolar. É, de fato, um livro escrito por um professor e destinado a estudantes. Mas ele é escolar, sobretudo, porque a escola tem de ser esse lugar onde a gente disponha de tempo e maneiras não de necessariamente tapar os buracos abertos pelas perguntas, mas de fazer pontes sobre eles. Especialmente, sobre os abismos das falsas obviedades.

Sim: a pergunta pela vida pode parecer um tanto inusitada, estranha mesmo. E este livro, que nasce dela, talvez também possa despertar certa estranheza quando comparado aos livros escolares habituais. Mas saiba que o conhecimento começa justamente com o estranhamento. É estranhando o que passava despercebido que vamos alargando as nossas possibilidades de experimentar o mundo, de compreendê-lo e falar sobre ele.

É este o caso aqui: estranhar a vida para compreendê-la. Afinal de contas, o que ela é? Que tal uma conversa sobre isso?

Sumário

Para começar...	13
Como assim: conceito?	18
Como assim: biologia?	25
E vida: o que é?	33
... Reprodução?	41
... Evolução?	51
... Desequilíbrio?	65
... Autopoiese?	74
... Semiose?	82
... Normatividade?	94
Para terminar...	100
Alguns termos	105
Alguns autores	107
Alguns álbuns	113
Alguns livros	116
Bibliografia	120

Legendas

-  citações científicas
-  citações literárias e aforismos
-  letras de canções
-  citações filosóficas
-  curiosidades
-  sugestões de pesquisa
-  exercícios de escrita
-  provocações
-  dicas de filme

O homem,
porque vive,
choca com o que vive.
Viver
é ir entre o que vive.

O que vive
incomoda de vida
o silêncio, o sono, o corpo
que sonhou cortar-se
roupas de nuvens.
O que vive choca,
tem dentes, arestas, é espesso.

(O cão sem plumas, João Cabral)

Para começar...

1. Para começo de conversa, o melhor é afirmar justamente que se trata de uma conversa. Sim: estamos a conversar. Aliás, o que é um livro senão uma espécie de dispositivo de conversação?

2. É só a gente folhear suas páginas e tem lá a voz de alguém falando de um tema qualquer. Com seriedade ou humor. De um jeito informativo, prescritivo ou lírico. Aprofundado ou ligeiro. Seja como for. Alguém

Você sabia... que o nome livro vem de liber, que é outro nome para o floema presente na casca de caules usada antes do papel?

próximo, no espaço, no tempo, ou não. E, ainda que distante, próximo: através do livro. Junto, durante a leitura. Seja quem for.

3. E, sendo uma conversa, não só o livro fala com a gente, mas também a gente com ele. Lê-lo certamente não é ficar inerte, o acatando. Está mais para catar em vez de acatar: porque *ler*, na origem da palavra mesmo (do latim, *legere*), tem que ver com *colher*, *recolher* e até *escolher*. É catar as palavras, estranhá-las, comê-las, misturá-las com as nossas, carregá-las, cuspi-las.

4. Não é de jeito nenhum ficar parado, ao menos quando se lê para valer. Veja bem, é claro que você pode ler um livro sentado e sem sair do lugar. Não é disso que estou falando... Falo das viagens que fazemos mesmo sem sair do lugar. Livros são essas possíveis viagens: do pensamento.

5. Uma leitura é um percurso da linguagem e do pensamento. É dizendo, ainda que só para nós mesmos em silêncio, que a gente pensa e conhece. E um livro é certo modo de dizer certas coisas. Em suas linhas e entrelinhas.

Para começar...

6. Mas esse dizer é um dizer junto, o que dá no mesmo que um versar junto: um *com-versar*. Conversas são caminhos que percorremos com os outros. Daí que ler um livro seja conversar e caminhar.

A leitura não é um mero passatempo: é uma atividade que envolve nossa inteligência e atenção, nossa memória, sensibilidade e imaginação. Liste os três últimos livros que você leu e tente identificar como a leitura deles mexeu com você.

7. E muitos livros cabem num livro só. Num livro qualquer, além da conversa entre o(a) autor(a) e o leitor(a), há sinais das conversas entre o(a) autor(a) e os autores de que ele foi leitor. Assim é que um livro chama outro, que chama outro...

8. E, por isso, a escola é, por excelência, o lugar dos livros. Porque é um lugar de encontro. Encontros com os outros todos com que convivemos e com aqueles que habitam os livros. Seja um poeta. Seja um cientista.

Entre ler
e escrever
algo (se) passa.
(Estudar, Jorge Larrosa)

9. E o estudo é qualquer coisa entre a leitura e a escrita: entre uma conversa em que se é anônimo(a) e uma conversa em que se é autor(a), dizendo por si mesmo. Por baixo e no meio disso: os livros.

10. Tudo isso é para te dizer que aqui está um convite à leitura, o que quer dizer: a um encontro e uma caminhada. No caso, pelo pensamento e pela linguagem da biologia: por certo modo de pensar e falar sobre a vida, sobre como ela se realiza nos incontáveis seres vivos que existem por aí, incluindo a gente.

11. Aliás, é bem esse o destino dessa conversa: a vida. O que é que é isso? Caso você se disponha, verá que há muito para se andar no caminho dessa pergunta. Como vimos, é questão de se dispor: de se pôr a caminho.

Para começar...

12. Num caminho sinuoso, desafiante, mas surpreendente. De uma riqueza que é feita dessas surpresas: esses estalos, que a gente tem quando se dá conta do que não sabia antes, ou quando descobre um meio diferente de chegar ao que já sabia.

(...) a gente quer passar um rio a nado, e passa; mas vai dar na outra banda é num ponto muito mais embaixo, bem diverso do que em primeiro se pensou.

(Grande Sertão: Veredas,
Guimarães Rosa)

13. Aprender é atravessar: sair do lugar, nem que seja para voltar a ele, mas de outra maneira. E atravessar é ser atravessado. Sabendo: saboreando a travessia. E a pergunta pelo conceito de vida, de longe, não é dessas perguntas automáticas que nos fazemos e respondemos quase sem sair do lugar. Pelo contrário, é partida e chance de aprendizado.

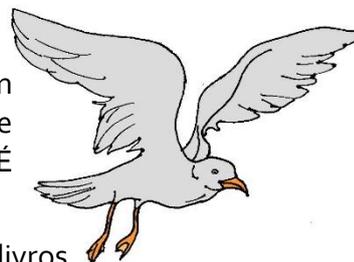
14. Mas veja bem... Conversas não são feitas só de concordâncias, também incluem dissidências, estranhamentos, desconfiâncias. Ler também é escolher: ao mesmo tempo, recolher e descartar.

15. Fique à vontade para se incomodar... Só não se acomode. Veja os filmes... Sim: pare, em algum momento, para vê-los... E ouça as canções... A lista dos álbuns em que podem ser encontradas algumas de suas versões está no fim do livro. Também se pensa ao ouvir uma canção ou assistir um filme. E todas as canções e filmes aqui fazem parte da conversa que o livro é. Confira...

16. Aproveite também as citações... Foram escritas por todo tipo de autores: biólogos, filósofos, poetas... Apesar de o foco aqui ser a biologia, que é uma ciência, outras formas de conhecimento também têm seu valor e até podem nos ajudar a entender o lugar da ciência na cultura. Sem contar que deixam a leitura mais rica. Dúvida?

17. Poesia é um jeito de pensamento. Por isso, este livro abusa poeticamente das metáforas. Mas lembre-se de que metáforas são

Para começar...



comparações mais ousadas, que não se mostram como comparações... Aproveite o efeito bom que elas têm, mas trate de desmontá-las também... É importante não as tomar em sentido literal.

18. No fim do livro, tem ainda uma lista de outros livros sugeridos. Eles foram pinçados da bibliografia e estão lá, nessa lista, brevemente comentados. Aproveite essas sugestões...

19. Explore o glossário... Aliás, complete-o... Algumas palavras marcadas em negrito no texto estão lá, com seus significados. Outras não: para que você mesma(o) vá pesquisar seu significado. E pode ser que você tenha dúvidas sobre palavras não marcadas. Então, marque-as... O glossário é de sua responsabilidade também.

20. Dê uma olhada na lista de autores... Ela apresenta os pesquisadores citados no texto. Não: eles não são os paladinos da biologia, responsáveis exclusivos pelos seus avanços. A história de uma ciência é construída coletivamente, por meio do trabalho de muita gente que permanece anônima. Mas é bom nos lembrarmos de que a ciência é feita por pessoas, e essas aqui citadas têm ou tiveram carreiras inspiradoras e merecido destaque.

21. Pesquise... Alguns quadros vão lhe sugerir isso. Procure, de fato, saber o que lhe for pedido, e tudo que lhe der vontade... Estenda esse texto até outros... Um livro não só nos faz embarcar em sua viagem, mas também nos aponta outras viagens possíveis. Exercite sua curiosidade...

A curi, a curi
A curiosidade
Inventou, inventou
A humanidade

(Salva humanidade,
Tom Zé)

22. E, como não podia deixar de ser: escreva junto... Anote o que lhe parecer interessante, difícil ou agradável... Rabisque... Reflita... Inclusive, o próprio livro vai te pedir para escrever. E escrever pode ser um jeito de pensar e de organizar

o pensamento. Por isso, não desperdice a chance de fazê-lo...

Para começar...

23. Há muitas conversas possíveis, cruzadas, aqui nessa nossa conversa. Avancemos então... Talvez as respostas escapem. Mas perguntas não nos faltarão. Para tentar chegar até a vida, esse conceito fundamental da biologia, vamos nos perguntar antes pelo que é um conceito e pelo que é a biologia. Aí vamos nos virar com a encruzilhada de querer saber enfim o que a vida é.

24. Pelo menos, esse é o itinerário previsto. Mas você, como leitor(a) e desbravador(a) deste livro e suas questões, pode até nem o seguir. Caso queira, pule capítulos, inverta a ordem: descubra outros percursos... O que mais importa é sair do lugar.

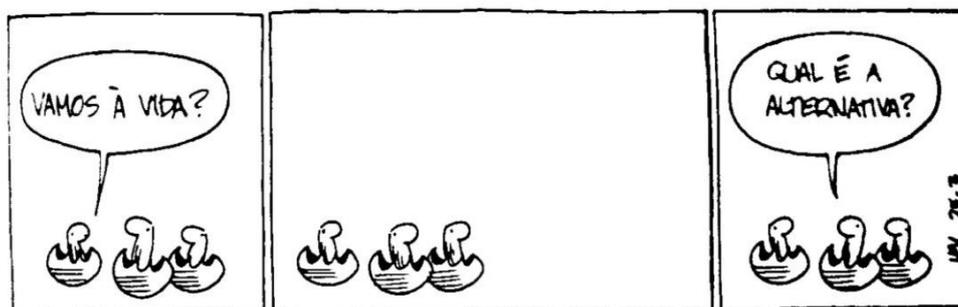
Perguntar é a paixão do estudo.
E sua respiração. E seu ritmo.
E sua obstinação.

(Estudar, Jorge Larrosa)

25. O que é que a biologia diz quando diz *vida*? Qual é o *conceito biológico* de vida? E o que é que se diz quando se diz *conceito*? O que é isso de *biológico*? Que conversa é essa?

26. Então...

Um livro é um jeito de ler o mundo?



(As cobras, Luís Fernando Veríssimo)

Como assim: conceito?

1. Vamos lá... Conceito de vida... De célula. De animal. De alma. De sociedade. Disso. Daquilo... E qual é enfim o conceito de conceito? Do latim: *conceptum*, originado, por sua vez, do verbo *concipere*. E daí?

2. Daí que *conceito* quer dizer *concebido*. E o que se concebe é o que se toma para si, o que se apanha para ficar consigo. *Concipere*: *cum* (*com*) + *capere* (*apanhar, pegar*). Por isso, a proximidade entre conceber e compreender. *Comprehendere*: *cum* (*com*) + *prehendere* (*agarrar, prender*).

3. E não subestime esse gesto... Ao conceber, apanhamos o próprio mundo. São as coisas todas que povoam e preenchem o mundo que trazemos para junto de nós, com as mãos abertas do conhecimento. Porque conhecer é, de algum modo, pegar a realidade.

4. Como? Com palavras. Na verdade, não tocamos na realidade das coisas. Entre nós e as coisas: estão as palavras. E não há outro jeito. É nossa limitação e, ao mesmo tempo, nossa riqueza. É com palavras que o conhecimento opera.

Uma coisa é a coisa, par ou ímpar,
outra coisa é o nome, par e par,
retrato da coisa quando límpida,
coisa que as coisas deixam ao passar.

(nomes a menos, Paulo Leminski)

5. Portanto, conceitos são palavras: com as quais concebemos o mundo. *Conceber* também tem o sentido de *gerar*. Formular conceitos é mesmo, enfim, estar grávido das coisas. Como se elas não existissem para além do acesso que temos a elas. O mundo é o mundo que experimentamos e essa experiência é mediada pela linguagem.

Como assim: conceito?

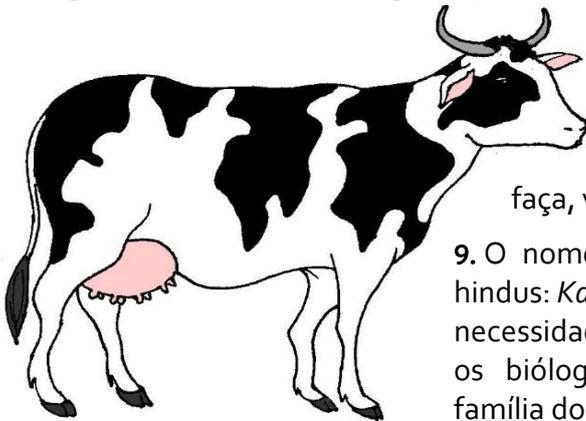
Eu tô grávida
Grávida de um beija-flor
Grávida de terra, de um liquidificador
E vou parir
Um terremoto, uma bomba, uma cor
Uma locomotiva a vapor
Um corredor

(Grávida, Marina Lima e A. Antunes)

6. O que chamamos de vaca, por exemplo, é algo manifesto a partir de um conjunto de relações. Sim: a vaca é qualquer coisa que se manifesta diante de nós. E a coisa que ela é pode variar conforme o ponto de vista que

assumimos e as relações que, dele, damos conta de ver.

7. Uma espécie de ruminante para os zoólogos? Um **consumidor primário** para os ecólogos? Uma fábrica de leite e carne para os criadores de gado? Uma vítima de violência indiscriminada para os ativistas veganos? Uma entidade sagrada para os hindus?



8. A vaca é tudo isso e mais um pouco. Quando alguém diz vaca se põe a concebê-la. Conforme o ponto de onde o faça, varia a concepção.

9. O nome pode variar junto. Para os hindus: *Kamadhenu*, aquela que supre as necessidades e concede os desejos. Para os biólogos: *Bos taurus*, espécie da família dos bovídeos.

10. Chamar a vaca de *bovídeo* não é simplesmente lhe dar um novo nome. Esse batismo supõe um genuíno re-nascimento da vaca em nós: um *co-nascimento*, dela e nosso, o que quer dizer um *conhecimento*.

Você sabia... que as vacas mastigam quase o tempo todo porque são ruminantes e regurgitam o capim engolido para o mastigarem de novo?

Como assim: conceito?

11. Ou seja, dizer *bovídeo* é dizer e pensar a vaca em outros termos: em suas relações com coisas como *evolução, espécie, reprodução, morfologia...* Coisas que um hindu não leva em conta ao dizer que as vacas são representantes da deusa *Kamadhenu*.

12. Mais do que só dizer *vaca*, dizer *bovídeo* ou *Kamadhenu* dá a conhecer de modo mais bem cuidado a natureza da coisa em questão. Porque conceitos, num sentido mais restrito, são palavras especiais, que expõem, com contornos mais nítidos, o que são as coisas. Eles são quadros de relações, enquadramentos, perspectivas mais bem definidas: traduzidas em palavras.

Os conceitos são uma espécie muito particular de palavras. São superpalavras, palavras elevadas a uma alta potência. Essa potência é conquistada por uma extrema concentração de significados; cada conceito resulta de uma operação complexa de amarração de uma série de relações que, assim concentradas, são como que empurradas para caberem dentro de uma única palavra.

(*Historiosofia*, Francisco Bosco)

13. O mundo acontece: o tempo todo e de tudo quanto é modo. É uma enormidade a transcorrer, desde antes e para além de nós. Conceber é um jeito de tentar segurar o fluxo do acontecimento do mundo. Quase como registrar uma imagem.

14. Aproveito para propor um desafio... Pare, pegue uma folha e um lápis e tente desenhar algo em movimento ao seu redor... O ventilador. Uma mosca em voo. Alguém da família gesticulando...

15. Como botar um movimento em traços estáticos? Ou mesmo uma coisa parada... Um objeto. A tal da vaca, na sua lentidão. Como desenhá-la, inteira, nas suas três dimensões num papel plano? Conceitos são como desenhos: só que verbais. Portanto, são uma abordagem: uma maneira de estar nas bordas do que quer que seja.

Como assim: conceito?

16. De novo, a vaca... Se me pergunto o que é uma vaca, isso que faz parte do mundo e que é um dos modos de o mundo acontecer, *bovídeo* pode ser um jeito de tentar apanhá-la. Ou seja, *bovídeo* é uma armadilha de pegar vacas. *Resposta* é o nome comum dessas armadilhas. É do que se trata: de uma resposta. *Bovídeo* é uma. *Kamadhenu* é outra. Respostas divergentes. Mundos diversos.

17. O conhecimento é um movimento de procura, que começa com as perguntas. Toda pergunta é um salto: do pensamento, na beira da língua. Por isso, conceitos são o destino e a conquista das perguntas. E, por isso também, livros e escolas estão lotados de perguntas. Sejam elas interessantes, sejam necessárias ou não.

18. É que o mundo é uma bagunça maior do que um quarto desarrumado. Perguntando, a gente vai se situando nele, arrumando-o. Pôr em questão é um primeiro

Os conceitos formulados ao longo da história vão, de algum modo, respondendo às perguntas que nos fazemos. Diga, por exemplo, a que perguntas respondem os conceitos de: gravidade, molécula e fotossíntese.

passo para pôr em ordem. Respostas são as coisas postas no seu lugar. O lugar que damos a elas justamente nesse desafio que vai de perguntar a responder.

19. E não para por aí. Perguntas levam a respostas, que levam a novas perguntas. Variando muito o caminho conforme o caso. As respostas podem ser únicas ou equívocas, fatais ou fecundas, múltiplas, ausentes... Depende do alcance das perguntas.

20. O que importa é que as perguntas sejam autênticas: que nasçam do susto que tomamos ao nos depararmos com o mundo acontecendo por aí. Quando assim, elas se emendam em outras, saltando em respostas possíveis.

21. Este salto, no fundo, é que sustenta isso que a gente tem de muito nosso e pode nos fazer merecer o título de *sabedor* (*sapiens*) com que

Como assim: conceito?

batizamos nossa espécie. Saber não é simplesmente acumular respostas: é seguir, em verdadeiros saltos e sobressaltos, volteando, tropeçando, mas seguindo. Perguntando, errante.

Vivendo, se aprende; mas o que se aprende, mais, é só a fazer outras maiores perguntas.

(Grande Sertão: Veredas, Guimarães Rosa)

22. As respostas são desdobramentos das perguntas. Tudo conta: cada passo. A chegada não é prévia: vai se ensaiando no caminho. Perguntar tem um quê de risco, mesmo que se tente manter ao máximo o controle, como na ciência.

23. Aliás, a ciência, por exemplo, busca respostas precisas e, por isso, tende a fazer perguntas sistemáticas e experimentáveis, muitas vezes se valendo da linguagem matemática. Já a filosofia se ocupa de argumentos para responder a perguntas radicais, enquanto a mitologia apela aos deuses. A arte prefere as imagens: imagens que traduzem questões.

24. Sendo assim, os conceitos podem ser científicos, filosóficos, mesmo mitológicos e artísticos... Em todo caso, são forjados nesse esforço e nesse cuidado de estar no mundo. São versões do mundo: maneiras variadas de dizê-lo e, com isso, vivê-lo.

25. Não se engane: não se trata de ficarmos ociosos papeando sobre

Não existe a verdade, existe a versão que colou.

(Versões, Luiz Fernando Veríssimo)

como são as coisas. As interpretações que os conceitos são se traduzem em ações reais, na nossa experiência prática da vida. Conceber a vaca como sagrada, por exemplo, implica se relacionar de outro modo com ela, inclusive, podendo até deixar de comê-la.

26. Os conceitos, e as interpretações a que eles correspondem, são vividos: diversamente vividos. Cada qual tem sua história, seus significados, suas aplicações e seu valor.

Como assim: conceito?

Hoje, por exemplo, existem pesquisas sobre como certas comunidades lidam com as espécies de plantas ou de animais do seu entorno. Nesse possível e promissor diálogo entre os saberes populares e os científicos é que operam o que chamamos de etnobotânica ou etnozootologia... Procure saber...

27. Como o mundo é o mundo que dizemos e vivemos, temos de avaliar como o estamos dizendo e vivendo e aonde podemos e queremos chegar com isso. Onde certa maneira de olhar e compreender é fecunda ou suficiente. Onde não...

28. Todas essas versões e invenções, juntas, mesmo nos seus antagonismos, vão dando forma à realidade transbordante do mundo. E seguimos nós: querendo e precisando saber dele. Inventando jeitos de se sentir mais à vontade no seu tumulto.

29. É com essa conversação rica e polêmica, com seus riscos e seus limites, que as civilizações se viram e se afirmam. E isso é uma história milenar.



30. O Ocidente, por exemplo, se fez, sobretudo, uma espécie de conversa entre concepções greco-romanas e judaico-cristãs. Nossa conversação sobre o mundo envolve um jeito próprio de viver a política e o direito, de organizar a economia, de experimentar o tempo e contar nossa história, de falar ou não em deus.

Como assim: conceito?

31. No meio disso, a ciência, e seus conceitos, vem ocupando, desde a modernidade, um lugar de destaque. Tem papel-chave no modo como formulamos e lidamos com o mundo no espaço público e na organização de nossas instituições, tendo aberto e abrindo ainda várias possibilidades, algumas desastrosas, é verdade, mas muitas tremendamente benéficas.

Apesar dos benefícios que tem gerado, a ciência não é neutra, e tem relação com interesses econômicos e disputas de poder, podendo, por vezes, levar a verdadeiros desastres. Tente pensar algum possível exemplo de mau uso de ideias científicas do século XX para cá.

32. E, falando em ciência, podemos aproveitar e nos perguntar pela biologia. Onde ela fica no meio dessa história?

Existe a verdade das coisas por trás das palavras?

Conhecer é inventar a realidade?

Janela da alma. João Jardim e Walter Carvalho. 2001.

A partir de depoimentos de pessoas diversas, como cineastas, escritores e filósofos, o filme costura vários pontos de vista acerca do que seja a visão. No Ocidente, costumamos tomar ver por saber. Mas, no fim das contas, o que é ver? É disso que trata o filme.

Como assim: biologia?

1. Biologia... Você já deve ter se perguntado para que estudá-la? E talvez o melhor dessa pergunta seja que você descubra por si própria(o) a resposta. Você mesma(o) estudando biologia e, com isso, compreendendo a importância desse estudo. Talvez seja por aí...
2. Por ora, é melhor darmos conta de outra pergunta... O que é a biologia? ... Uma matéria escolar? Claro que sim. Mas essa resposta é pouca. A biologia está sim na escola, mas não só. E tem sim que ver com estudo. A questão, porém, é o que ela estuda e como.
3. A resposta à primeira pergunta é formulada comumente da seguinte forma: *biologia é o estudo da vida*. Isso porque biologia é uma palavra inventada a partir de duas palavras gregas.
4. *Bíos*, que nos acostumamos a traduzir como *vida*, e que quer dizer algo como manifestações da vida, ou a vida de cada ser vivo. *Lógos*, que, por sua vez, traduzimos como *estudo*. *Lógos* é uma palavra fundamental para o mundo grego, e para o nosso, uma vez que nos dizemos herdeiros dos gregos: talvez seja mais justo entendê-la como *linguagem*, ou mesmo *discurso*.
5. Pronto. Já temos ao que nos agarrar... Discurso sobre o que é vivo. Por isso mesmo: jeito de conhecer a vida e dizê-la. Eis a biologia. Mas logo dá para perceber que nos agarramos a algo escorregadio. Porque, se biologia é um modo de falar sobre aquilo que é próprio dos seres vivos e de conhecê-los, outra pergunta nos toma de assalto... Que modo é esse?
6. A religião pode falar sobre a vida, e tem falado. A arte também. Do mesmo modo: os saberes comuns ou técnicos, das populações ribeirinhas, das etnias indígenas, dos criadores de animais, agricultores,



Como assim: biologia?

jardineiros... E *comuns* aqui não têm o sentido de *menores*, mas de *compartilhados*: em comum.

7. De qualquer modo, é essa que é a linguagem biológica? Não. A biologia é um modo diferente de falar sobre a vida: mais novo do que esses outros todos, mas de uma importância que só fez crescer desde sua criação.

A ciência é uma forma especialmente desenvolvida e concentrada de conversação.

(*Língua e realidade, Vilém Flusser*)

8. A biologia é uma ciência: como a astronomia é, e a física, a química, a sociologia, por aí

vai... O conhecimento científico, como o experimentamos, é uma invenção da modernidade: instituída por meio de gente como **Galileu Galilei**, que foi um dos pioneiros dessa empreitada.

9. Esse novo rebento da história ocidental nasceu no Renascimento, junto com uma série de reviravoltas no modo de viver europeu. Ele mesmo correspondeu a uma reviravolta no jeito de compreender o mundo e conseqüentemente de estar nele.

A ciência nasceu a partir do século XVII, no Renascimento: um momento crucial da história do Ocidente, de virada da Idade Média para a Idade Moderna. Aliás, foi um nascimento difícil, que gerou estranhamentos e conflitos... Procure saber...

10. O que, a seu modo, a ciência empreende? Ou melhor: o que quiseram e continuam querendo os cientistas? Eles querem, a princípio, explicar como as coisas do mundo acontecem, sem recorrer a soluções sobrenaturais. Para isso, usam sua imaginação e inventam modelos.

11. Um modelo científico é uma espécie de simplificação do mundo. É um esquema o mais simples, preciso, eficaz e universal possível de como o mundo funciona: um esquema que tem de passar por testes e pode ser continuamente avaliado.

Como assim: biologia?

12. Os cientistas cumprem certos protocolos ao produzir seus modelos. Toda pesquisa científica, como qualquer aventura do pensamento, tem a ver com um *problema*. Sim: um cientista é uma espécie de encenqueiro cósmico, que cisma com algo no mundo. *Por que tal coisa acontece? Como? No que resulta?*

as coisas são invisíveis
se você não para
para reparar
(...)

13. Ele não se contenta em observar as coisas: se pergunta por elas, as toma como um problema, um enigma, um ponto de partida. A ciência é um cuidado com as perguntas: vive delas, de fazê-las. É seu ofício.

as coisas são diferentes
quando você para
para reparar

(Peraí, repara, A. Antunes,
Dadi e Marisa Monte)

14. A partir das perguntas, os cientistas desenvolvem palpites de respostas: as *hipóteses*. Eles não o fazem do nada, mas partindo, em geral, de uma tradição, às vezes para romper com ela. De qualquer maneira, partem do diálogo com conhecimentos anteriores.

15. A formulação de uma hipótese por um cientista tem a ver com essa conversa com seus antecessores. E, claro, também tem um importante componente pessoal, que diz respeito à inteligência e imaginação desse cientista, seu contexto social e histórico e até sua sorte.

16. Formuladas as hipóteses, é preciso então que elas sejam avaliadas. Na biologia, isso ocorre, comum mas não unicamente, através de *experimentos*. Seus resultados têm de ser validados pela *comunidade científica*: uma espécie de grupo internacional formado pelos cientistas de uma mesma área. Aí sim uma hipótese pode ser aceita como uma explicação válida, ou *verdadeira*, compondo o quadro de modelos explicativos daquela área.

Como assim: biologia?

17. Nasce assim uma *teoria*. Em grego, *theoría* está relacionada ao verbo *theastai*, que quer dizer *olhar*. Logo *teoria* tem que ver com *visão*: é feito um modo de olhar as coisas.

As palavras são os olhos da ciência. "teorias" e "hipóteses"; esses são os nomes que esses olhos comumente recebem. Na verdade, todas as teorias não passam de hipóteses. Uma teoria é uma hipótese que ainda não foi desbancada. A ciência, assim, pode ser descrita como um "strip-tease" da realidade por meio de palavras. E o que é que a gente vê, ao final do "strip-tease"? A gente vê uma linguagem...

(*"O que é científico?"* IV,
Rubem Alves)

18. Todo esse processo que vai dar numa teoria, ocupado por perguntas, hipóteses e testes, é como uma costura feita na linguagem. Uma teoria é uma trama que se tece com conceitos. No fim das contas, os cientistas estão propondo um jeito próprio e confiável de falar das coisas.

19. Ou seja, o resultado é um quadro conceitual: uma janela por onde se possa ver o mundo acontecendo. Algum enquadramento. Um jeito de ordenamento.

20. Agora: a validade das teorias, biológicas, ou de qualquer outra ciência, não tem de durar para sempre. Elas não são verdades eternas, mas sim verdades provisórias e valiosas.

21. Provisórias: porque podem dar lugar a outras teorias que expliquem melhor novos aspectos descobertos num mesmo fenômeno. Valiosas: porque, apesar disso, nos permitem *ordenar* o

Como as outras ciências da natureza, a biologia perdeu, hoje, muitas das suas ilusões. Não procura mais a verdade. Constrói a sua.

(*A lógica da vida*,
François Jacob)

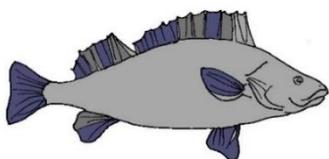
Como assim: biologia?

mundo à nossa volta, tendo sido avaliadas criteriosamente e envolvendo geralmente concepções sofisticadas.

22. É através desse esforço metódico e rigoroso de produzir teorias que as ciências, inclusive a biologia, vão possibilitando uma compreensão cada vez mais densa e articulada da confusão espantosa que é o mundo. Através dessa cisma com a clareza, que, cada vez mais, não exclui, mas supõe e assume o obscuro, o casual, o inatingível.

A ciência funciona produzindo e aplicando modelos e teorias para compreender o mundo. Pense num modelo ou teoria científica que você já tenha estudado e comente o que ele ou ela dá a conhecer e sua importância.

23. Dentro desse esforço, vem cabendo à biologia produzir um conjunto de conceitos e modelos sobre como são e como se comportam os seres vivos, dos fungos aos elefantes, dos ipês às bactérias, das moléculas que os formam aos ecossistemas formados por eles.



24. Como é uma floresta? Por que os peixes morrem fora d'água? O que são bactérias? Por que os filhos se parecem com os pais? De onde surgiram as aves? O que acontece quando as frutas estragam? São muitas as questões, e inúmeros os caminhos para respondê-las...

25. Aliás, a biologia não existe desde sempre. O que é milenar é o nosso interesse, inclusive prático, pelas formas de vida que habitam o planeta junto com a gente. Mas a reunião de certos saberes em torno de uma ciência moderna e única chamada de *biologia* é coisa que começou mesmo no século XIX.

26. Por muito tempo, os estudos sobre os seres vivos foram, em grande medida, devedores das ideias de estudiosos antigos. Depois, já no Renascimento, lá pela metade final do século XVI e ao longo do século XVII, enquanto a astronomia ganhava novos contornos e a física moderna se consolidava, os estudos médicos puderam explorar novos

Como assim: biologia?

rumos. Por exemplo, com o médico belga **Andreas Vesalius**, um novo modo de estudar nossos órgãos pôde, literalmente, ir se desenhando.

27. Foi então que uma **fisiologia** moderna pôde surgir também, a partir de contribuições de estudiosos como **William Harvey**, que compreendeu como o sangue circula pelo corpo impulsionado pelo coração. Tal campo de pesquisa, inclusive, foi dar, com **Claude Bernard**, já no século XIX, na ideia básica de que o corpo possui um **meio interno**: um pontapé para a descoberta posterior de que ele tem a capacidade vital de manter esse meio constante.

28. Paralelamente, as investigações sobre a diversidade da vida, da *história natural*, também avançavam, especialmente estimuladas pela descoberta da fauna e da flora das Américas. Muitos naturalistas se empenharam no reconhecimento e na classificação das diversas formas animais e vegetais, dentre eles, no século XVIII, o sueco **Carl von Linné**.

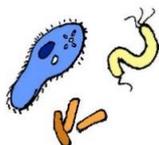
29. Por outro lado, **Antonie van Leeuwenhoek** e **Robert Hooke**, ainda no século XVII, ajeitaram as condições em que o mundo celular se abriu aos olhos da ciência. Com isso, a célula pôde se revelar, com **Matthias**

Você sabia... que existem microscópios eletrônicos que usam feixes de elétrons em vez de luz e podem ampliar coisas cerca de 1.000.000 de vezes menores do que 1 mm?

Schleiden e **Theodor Schwann**, mais à frente, já nos idos de 1800, como a unidade básica que forma os seres vivos.

30. Isso sem falar na revelação da vida microscópica, com seus seres incontáveis. Seres esses

tão vivos quanto os outros e que participam de vários fenômenos do mundo orgânico, podendo até, em alguns casos, estar na origem de algumas das nossas doenças, como outro estudioso oitocentista, **Louis Pasteur**, ajudou a esclarecer.



O bacteriologista é um astrônomo às avessas: espia pelo outro lado do canudo...

(Mario Quintana)

Como assim: biologia?

31. Muitos nomes, muitas ideias e contribuições... Caminhos múltiplos, em muitos casos, sem conexão. Em tudo isso, o pensamento sobre a vida foi se agitando, mas a unidade que faria surgir a biologia como ciência só se tornou possível depois...

32. Um elemento crucial para o início dessa integração e para sua posterior manutenção foi a teoria da evolução pela seleção natural, pensada e proposta por **Charles Darwin**, e **Alfred Wallace**, na segunda metade do século XIX. Ela foi um valioso estopim a partir do qual pudemos chegar ao incrível e fecundo ponto de assumir toda a vida como o desenrolar de uma mesma história.

33. O século XIX foi especialmente precioso para nossa compreensão do mundo vivo. Não foi à toa que nele nasceu a ideia da biologia como uma ciência que unifica todas as variadas investigações sobre a vida. Tanto no seu interesse pelo mecanismo que responde pelo funcionamento das formas de vida, quanto pela trajetória de transformação por que elas passam nas suas interações com o ambiente.

34. Uma ciência una, mas múltipla. Aliás, o seu nome, com o sentido que tem hoje para nós, foi sugerido, nos primeiros anos oitocentistas, por mais de um autor: dentre eles, **Jean-Baptiste Lamarck**, na França, e **Gottfried Treviranus**, na Alemanha. Já anunciando seu momento promissor.

O assunto das nossas investigações será as várias formas e manifestações da vida, as condições e leis que controlam sua existência e as causas pelas quais isso se dá. A ciência que se ocupa desses temas designaremos biologia ou ciência da vida.

(Biologia ou Filosofia da natureza viva, Gottfried Treviranus)

35. Foi no século XIX também que **Gregor Mendel** realizou seus estudos pioneiros acerca da hereditariedade, sobre os quais o século XX se debruçou. Aliás, já no século XX, a **genética**, em sua ocupação com os mecanismos hereditários, foi somada às ideias de Darwin e Wallace,

Como assim: biologia?

produzindo uma síntese de explicação evolutiva valiosa para a consolidação da posição central da evolução na biologia.

36. As pesquisas embriológicas, direcionadas para o incrível processo de desenvolvimento de embriões em organismos, também foram, de certo modo, impulsionadas lá atrás, para aflorarem com mais propriedade no século XX. Já no fim deste, inclusive, a biologia do desenvolvimento começou uma parceria promissora com a biologia evolutiva.

37. Do mesmo modo, o estudo das relações que caracterizam os ecossistemas, por meio da ecologia, ganhou grande amplitude e notoriedade no século XX. A **etologia**, estudando o comportamento animal, a acompanhou nessa onda de sucesso.

38. E, cada vez mais, a engrenagem de moléculas das células foi sendo compreendida. Os avanços da biologia molecular e as espantosas possibilidades abertas pelo nosso conhecimento do DNA marcaram por demais a admirável trajetória da biologia no século XX.

39. E ei-la aí: até hoje... Seja em sua versão funcional: investigando como os seres vivos, em seus componentes, funcionam. Seja em sua versão evolutiva: recontando a história de sua diversificação. Em ambos os casos, pensando a vida, e interferindo nela.

40. Assim, com o potencial e os limites dos seus passos, é que a biologia caminha. E há muito chão pela frente. Ela se anuncia até, quem sabe, como a ciência do século XXI, ou uma das mais fortes candidatas.

A biologia é mais uma entre as muitas ciências que existem hoje: cada qual com seus objetos de estudo, modelos e teorias, e modos de trabalho próprios. Comente qual é a importância de haver essa ciência.

41. De fato, o que não falta é o que pensar sobre a vida. Mas isso de vida... O que é que quer dizer?

A vida tem lógica?

E a vida: o que é?

1. Afinal de contas, a vida é o quê? Eis o umbigo do livro: umbigo e abismo do livro. Sabe aquilo de que as perguntas e as respostas podem ser de vários tipos?

E a vida?
E a vida o que é?
Diga lá, meu irmão
(O que é? O que é?, Gonzaguinha)

Pois bem... Essa é uma pergunta que incomoda e desconcerta.

2. É um ponto onde a biologia roça a filosofia, e satisfaz nosso gosto radical pela compreensão de nós e do mundo. É uma pergunta-limite, que força os contornos do conhecimento biológico e o infla, tornando-o inchado e irregular. Feito uma célula. Feito a própria vida.

3. Os biólogos mesmos não a fazem muito. Eles se ocupam de estudar os múltiplos aspectos da existência dos seres vivos, pouco atentando àquilo que, no fim das contas, garante a unidade de seus objetos de estudo.

A ciência fala de órgãos, de funções, de células e de moléculas, para finalmente confessar: faz tempo não se fala mais de vida nos laboratórios (...). A vida joga os dados e embaralha as cartas.

(Filosofia mestiça, Michel Serres)

Nada mais, nada menos do que a própria vida.

4. Porém, uma ciência biológica só se tornou possível porque a vida se tornou possível. Afinal, a biologia é uma espécie de *lógica* da vida. Mas é que até o século XIX não havia isso de *vida*.

5. Hã?! Isso mesmo. Havia sim seres vivos, que, aliás, eram observados cuidadosamente e classificados de acordo com a noção de *escala natural*:

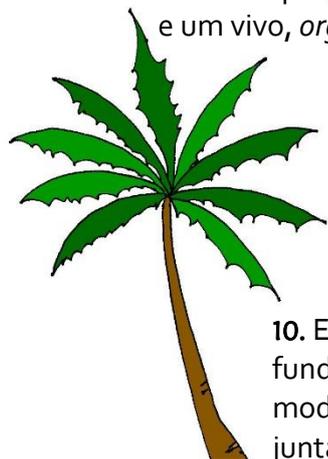
E a vida: o que é?

uma escala de seres, dos mais inferiores, inanimados, aos mais superiores, todos existentes desde sempre. Aí você deve estar se perguntando: o que torna os seres vivos não é a vida?

6. É que até o século XVIII, os seres vivos eram apenas seres com certas qualidades particulares, como crescimento e movimento, em meio a uma coleção de coisas, inanimadas também, que formam o mundo. Importavam neles, sobretudo, suas formas: suas manifestações visíveis. As coisas não-vivas e vivas eram contínuas na escala natural. A vida, a bem da verdade, não era uma diferença tão especial assim.

7. Já no século XIX, é como se o olhar científico tivesse avançado na intimidade dos seres vivos, para além das suas formas aparentes. Surgiu a possibilidade da procura pela organização interna desses seres, por aquilo que responde pelo modo como eles nos aparecem e fazem tudo o que fazem.

8. Essa particularidade íntima compartilhada por todos os seres vivos, a despeito de suas diferenças, é a vida. Ou seja, no século XIX forjaram-se as lentes com que se pôde enxergá-la. Ela se tornou uma questão. E aí sim passou a fazer a maior diferença tê-la ou não. De tal maneira que a natureza passou até a ser dividida entre um mundo não-vivo, *inorgânico*, e um vivo, *orgânico*.



9. Claro, essa mudança não aconteceu de um dia para o outro, nem isolada das demais circunstâncias. Essa aparição da vida como um fenômeno especial, saltando aos olhos e roubando a atenção, foi um dos acontecimentos gestados na passagem do século XVIII e que deram a cara do século XIX: a cara e os olhos.

10. E o que importa, aqui para nós, é que essa mudança de olhar funda a biologia. Em substituição à *história natural*, que era o modo anterior como se entendiam e estudavam os seres vivos, juntamente com os seres inanimados.

E a vida: o que é?

11. A vida, seu conceito, nasceu. E, com ela, sua ciência: essa tentativa de compreender a organização que garante aos seres vivos que eles sejam vivos. *Organização* é uma palavra-chave. Não é à toa que o mundo vivo é chamado de *orgânico*.

12. A princípio, houve uma espécie de disputa entre duas formas de compreensão da vida. Uma que acreditava explicá-la unicamente em termos físicos e químicos: o *mecanicismo*. Outra que lhe reservava uma marca especial, uma *força vital*, inexplicável nesses termos: o *vitalismo*.

13. No fim das contas, a segunda se mostrou equivocada. Não há nenhuma força, essência ou energia exclusiva dos seres vivos. Mas a primeira também não é suficiente. As coisas vivas, de fato, são tão coisas quanto as outras e não ficam de fora do alcance das leis físicas e químicas. Mas, ao mesmo tempo, a vida tem sua diferença.

Um inseto é mais complexo que um poema

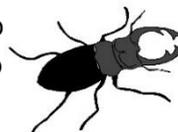
Não tem autor

(...)

Um inseto é mais complexo que uma hidrelétrica

(Inseto, Ferreira Gullar)

14. Uma diferença, primeiramente, de complexidade. Os seres vivos são formados a partir de um conjunto ordenado de muitas substâncias químicas, num jogo muito próprio e complicado entre matéria e energia.



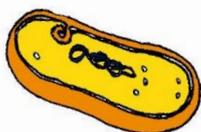
15. É essa organização, inclusive, que justifica a existência de uma ciência da vida: essa organização própria. *Complexidade* e *organização* são duas palavras-chave para abrir a porta de uma compreensão atenta da vida: nem mecanicista, nem vitalista, mas *organicista*.

16. O que ela, a vida, vem nos ensinando desde o século XIX é que o todo é mais do que a soma das partes. Não adianta apelar para algum mistério vital. Mas tampouco recorrer apenas aos detalhes das peças que formam os seres vivos. A vida é uma organização, uma espécie de jeito original com que a matéria deu de se dispor aqui na Terra. Talvez em outros planetas.

E a vida: o que é?

17. A composição dos seres vivos não é suficiente para explicá-los. A questão, no fundo, é como se organizam seus componentes. Bem, imagine uma célula... Isso: o desenho de uma célula. De uma bactéria...

18. **Parede celular, membrana, ribossomos** e um **cromossomo** circular, mergulhados no **citossol**... Lembra? Uma bactéria dessas é um microdispositivo de vida. Formada por trocentas moléculas articuladas num modo de funcionamento que garante que ela respire, libere resíduos, se multiplique, faça o diabo.



19. O que o desenho não mostra é justamente que essas estruturas todas, bacterianas, permitem que essa coisinha esteja por aí, trocando substâncias com o ambiente, gerando outras de si mesmas... Em suma: vivendo. Conforme a espécie, pode estar no seu iogurte, no seu intestino, no esgoto, nas raízes de plantas... Sendo capaz de realizar um monte de coisas, na sua discricção microscópica.

20. Como prever essas capacidades de uma bactéria simplesmente a partir de suas moléculas? A respiração, a excreção e a reprodução, por exemplo, não são propriedades dessas partes tomadas isoladamente: são propriedades do conjunto, do todo que é uma bactéria.

Você sabia... que, somando os microrganismos que vivem em você, especialmente no seu intestino, há cerca de uns 10 deles por cada célula sua?

21. Dizemos que são propriedades que emergem da organização das moléculas. Uma propriedade é *emergente* quando ela se manifesta no todo a partir da articulação das partes, mas não se encontrava nas partes, nem era previsível somente a partir delas.

22. A bactéria é feita de várias moléculas. Algumas bem diferentes, próprias do mundo vivo, como as **proteínas** e os **ácidos nucleicos**. Mas essas moléculas não são vivas. O que é viva é a bactéria. Ou seja, a vida emerge de certo modo de as moléculas se arrumarem. A vida é o que

E a vida: o que é?

emerge: uma *emergência*. Seja numa bactéria, num protozoário, num bicho...

Há na natureza propriedades radicalmente emergentes, que surgem de seus componentes de base, mas que não se reduzem a eles. A vida celular é um caso exemplar de tal propriedade emergente, e sobre esta base pode definir-se o "vivo" (...).

(Francisco Varela)

23. Sim: não se trata de um mistério sobrenatural. Trata-se de complexidade, organização e emergência.

24. Mas se pensarmos o quanto a vida de uma só bactéria já implica uma rede complicada de interações moleculares... E pensarmos que elas são os menores seres vivos que conhecemos e lembramos que outros, muitos,

Organização e emergência são dois conceitos muito importantes para se compreender os fenômenos vitais. Liste os níveis de organização da vida, da célula até a biosfera, e escolha um desses níveis para apontar alguma de suas propriedades emergentes.

A infinita variedade das formas de vida, a sofisticação do menor inseto ou da mais modesta planta dão vertigem.

(O espetáculo da evolução,
Bertrand Jordan)

são formados por zilhões de células... Difícil não pensar a vida como algo extraordinário.

25. A vida se manifesta na bactéria. Em cada uma. Na população que elas formam e que pode crescer extremamente rápido. Em cada indivíduo e no conjunto deles. Em cada célula e nos seres multicelulares. No

micro e no macro. Dos **micoplasmas** às baleias azuis. Pelos **manguezais**, pelas **tundras**, pelos ecossistemas todos. A vida se manifesta na biosfera.

E a vida: o que é?

26. E está talvez menos como uma coisa e mais como um acontecimento. Feito uma irrupção. Um fluxo. Repetido e variado. Único e diverso. Daí que seja tão difícil apanhá-la com um conceito simples. A vida não é simples e formulá-la num conceito cientificamente válido dá, de fato, um baita trabalho.

27. Talvez por isso tantos biólogos e pensadores o evitem. Há aqueles que não fogem exatamente, mas preferem fazer uma lista de características essenciais. As listas diferem de um pesquisador para outro, claro. Inclusive em tamanho: algumas podem ser um bocado extensas.

As organizações vivas são fluidas e móveis (...) em algum ponto entre a rigidez do mineral e a decomposição da fumaça.

(Entre o cristal e a fumaça, Henri Atlan)

De fato, é comum, apesar de pouco confiável, a listagem de características essenciais, compartilhadas por todos os seres vivos e só por eles. Quais você incluiria na sua, caso tivesse que fazer uma?

28. No entanto, as listas registram uma série de manifestações e capacidades sem apontar para aquilo que as originam. Que condições fundamentais permitem que os seres vivos se manifestem assim? Ou seja, o que é que garante que eles sejam vivos?

29. Alguns pensadores, por sua vez, se põem cara a cara com o problema. Mais confiantes e ousados, tentam elencar as ideias principais e arrumá-las de modo a apanhar o fenômeno da vida num conceito efetivo. Um que possa ser formulado de modo mais direto, como se espera, em geral, que um conceito o faça. E que se mantenha de pé frente à diversidade desafiante do mundo vivo.

E a vida: o que é?

30. Nesse último caso, encontramos basicamente três vertentes de resposta à pergunta pelo que é a vida: a *neodarwinista*, mais famosa, a *autopoietica* e a *biossemiótica*. Cada uma se valendo de um conceito central: *evolução*, *autopoiese* e *semiose* respectivamente.

31. Cada qual dá pano para muita manga. Mas não vamos aqui segui-las ao pé da letra... Vamos caminhar por entre as letras mesmo... A ideia é ir percorrendo, de modo solto, alguns aspectos de uma possível resposta: atravessados por essas vertentes.

32. Os capítulos que se perguntam se a vida seria *reprodução* e *evolução* se referem à vertente neodarwinista. Os que se valem das ideias de *desequilíbrio* e *autopoiese* para fazer a mesma pergunta, por sua vez, remetem à vertente autopoietica. Já a vertente biossemiótica é contemplada pelo capítulo dedicado à noção de *semiose*.

33. Por fim, há o acréscimo de mais um aspecto: apoiado no conceito de *normatividade*. Não se trata de outra vertente, e sim de um aspecto à margem delas, mas também valioso.

34. Veja bem... Não se assuste com esses nomes. Assuste-se sim com a vida. Estranhe isso de haver as bactérias, os cogumelos, as palmeiras imperiais e nós. Esse livro não é outra coisa senão o desdobramento desse susto. O que somos todos nós: vivendo inadvertidamente neste planeta perdido na imensidão cósmica?

35. Um multiplicar-se que cobriu a superfície terrestre? Uma história de diversificação? A

A pequena suburbana naquela periferia
Uma simples vira lata no fundo da via láctea
Sem nome sem dinastia

(A pequena suburbana, Tom Zé
e Caetano Veloso)

contramão no destino cego do universo ao equilíbrio? Um produzir-nos a nós mesmos? Uma interpretação do nosso ambiente e de nós? Um contínuo exercício de avaliação?

E a vida: o que é?

36. E a pergunta se repergunta. À cata de resposta. De respostas. De um emaranhado delas. Ou de seus indícios, que seja. Seus vestígios... Afinal de contas, o que é a vida?

Que valor têm as perguntas sem respostas definitivas?

*Emergence - How stupid things become smart together?
Kurzgesagt - In a Nutshell. 2017.*

What is life? The death is real? Kurzgesagt - In a Nutshell. 2014.

Produzidas por um estúdio de design de Munique, Kurzgesagt, essas animações falam sobre o que é emergência (a primeira) e sobre o desafio de definir o que seja vida (a segunda) numa linguagem esperta e agradável. São encontradas, com legendas, no canal do estúdio no Youtube.

... Reprodução?

1. Uma fatia de bolo deixada sobre a mesa. Aí, uma delas a descobre por acaso, e comunica o caminho às outras. Aos poucos, inúmeras delas seguem, entre aflitas e militares, num fluxo, até essa montanha de carboidratos. Sim: formigas.

2. Quando percebemos, lá estão elas a nos irritar e a nos fazer pensar de onde vêm: tão numerosas. Bem, formigas podem vir de alguma brecha na parede, do quintal, sei lá... Mas num sentido radical desse vir, podemos dizer que uma formiga vem sempre de outra formiga.

3. Formigas existem aos montes porque se multiplicam. Assim como nós, nossos

Quem diz vivo diz reprodução.

(A mosca, o rato e o homem, François Jacob)

cães, as amendoeiras das ruas e por aí vai... Seres vivos são coisas que produzem outras de si mesmas. Isso recebe o nome de *reprodução*.

É comum acharmos espécies, em geral pequenas, que têm um ciclo de vida curto e se reproduzem rápida e exageradamente, feito roedores e ervas, enquanto outras, maiores e robustas, vivem mais e têm reprodução mais tardia e modesta, feito grandes mamíferos e árvores. São diferenças naquilo que chamamos de estratégia de crescimento populacional. Procure saber...

4. Se lhe parece uma ideia banal, saiba que ela só foi se consolidando mais como uma regra geral do mundo vivo ali na beira do bendito século XIX: bendito pelo menos para a biologia. Hoje, porém, é muito difícil pensar na vida sem pensar em reprodução.

... Reprodução?

(...) a capacidade de o semelhante gerar o semelhante é a característica mais fundamental da vida (...).

(Os problemas da biologia,
John Maynard-Smith)

5. De fato, uma das propriedades mais marcantes da vida, senão mais fascinantes, é justamente a reprodução. Seja num microrganismo que se multiplica em minutos e dispara uma série de multiplicações sucessivas. Seja num agave que demora pelo

menos uns 10 anos para florescer e logo depois morrer.

6. Mesmo demorando, esse agave floresce e se reproduz. Não fosse assim, não haveria mais agaves. Borboletas, ratos, orelhas-de-pau, amebas, girassóis e tudo mais de vivo que a gente conhece e desconhece: tudo isso só está por aí por conta dessa capacidade reprodutiva.

Uma bactéria, uma ameba, um **feto** (*filietu*), com que destino podem sonhar a não ser com o de formar duas bactérias, duas amebas, muitos fetos?

(A lógica do vivo, François Jacob)



7. Por aí que eu digo é por toda a Terra. A vida é uma espécie de alastramento: qualquer

coisa que se espalhou sobre o planeta e cobriu sua superfície, nos continentes e oceanos, e se aventurou debaixo da terra, dentro d'água, pelo ar. E, na forma dos procariontes conhecidos como **arqueias**, até na boca dos vulcões a gente acha vida:.

... Reprodução?

8. Sim: existe a morte. Os indivíduos de uma espécie podem morrer e morrerem. No entanto, ao se reproduzirem, garantem a continuidade da existência da espécie, tirando, claro, o caso de eventos drásticos que levem à extinção.

9. A vida prossegue, para além da morte rotineira de cada ser vivo. Porque, com a reprodução, a vida acaba dando um jeito de enganar a morte.

Um organismo é apenas uma transição, uma etapa entre o que foi e o que será. A reprodução é ao mesmo tempo sua origem e seu fim, sua causa e seu objetivo.

(A lógica do vivo, François Jacob)

10. Mas como é possível que os seres vivos se repitam inúmeras vezes e a vida continue? De onde a memória que garante isso? Aí habitualmente entra em cena aquilo que chamam de *programa genético*. Como se a vida fosse a execução de um programa, que culmina na sua reprodução. Mas não é bem assim...

11. Esse *programa* costuma ser pensado como algo escrito numa linguagem molecular na forma de espirais duplas chamadas de **DNA**. Cada passo na execução da vida sendo realizado a partir da leitura de certa parte da fita dupla de DNA: um *gene*. Os genes sendo muitos e podendo ser acionados em momentos diferentes. Seu acionamento produzindo as proteínas que dão conta de pôr a maquinaria celular em funcionamento.

DNA, DNA
Dança sua dança, dança em espirais
DNA, DNA
Ponte indecifrável, onde nos levais?

(DNA, Zé Miguel Wisnik)

12. Na verdade, já sabemos que é bem mais complicado do que isso. Há, por exemplo, genes que codificam proteínas cuja ação é interferir na atividade de outros genes. Há genes capazes dessa interferência sem sequer codificar proteínas. Sem contar as diferentes versões de proteínas que podem ser produzidas a partir de um

... Reprodução?

único e mesmo gene, seja pelo processamento da mensagem genética original, seja pelo ambiente em que as proteínas se montam...

13. A questão é que o funcionamento celular, a vida mesma da célula, é garantida a partir do trabalho de proteínas, que são produzidas a partir da informação guardada no DNA. Não é que o DNA produza proteínas: ele tem a informação que acaba sendo traduzida em proteínas.

14. Se levarmos em conta que uma célula, em seu arcabouço e seu funcionamento, é feita, sobretudo, de proteínas, de fato, somos tentados a entender que o DNA carrega consigo uma espécie de projeto celular: uma programação para montar certas células e, por consequência, seres vivos.

15. Só que, para a execução desse programa, não basta o DNA: tem toda uma parafernália proteica que transcreve a informação do DNA em moléculas de **RNA** e depois a traduz em proteínas. Ou seja, todo o contexto celular, com seu tumulto interativo de moléculas, por sua vez, em interação com o meio externo, é que organiza e realiza a produção proteica.

16. Por isso, *programa genético* não parece um termo muito proveitoso. Os genes são apenas parte de uma suposta programação da célula

para ser o que é e multiplicar-se. Uma parte fundamental, mas não de modo exclusivo. Uma espécie de matriz.

17. De qualquer maneira, uma célula tem, com seus ácidos nucleicos e proteínas, a informação e a aparelhagem necessárias para a produção de uma nova célula. E aí está o pulo do gato para a reprodução.

Que proteína deve um gene fazer, e sob que circunstâncias? E como ele escolhe?

De fato, ele não escolhe. A responsabilidade por essa decisão está em outro lugar, na complexa dinâmica regulatória da célula como um todo.

(O século do gene, Evelyn Fox Keller)

... Reprodução?

A mosca é tão pequena, menor que uma moeda, e tem milhares de células. A célula da mosca é tão pequena, menor que a mosca. E tem milhares de moscas.

(a mosca, Arnaldo Antunes)

18. O DNA pode ser *replicado*: duplicado. O novo acervo genético formado pode, então, ser mobilizado para gerar outra célula, do mesmo tipo que a original. Essa, por sua vez, tendo seu próprio DNA, pode replicá-lo e se dividir em duas. Bactérias se reproduzem assim por exemplo.

Você sabia... que, não havendo restrições, a partir de uma só bactéria *Escherichia coli* se formaria uma colônia com a massa do planeta em alguns dias?

19. Daí a *hereditariedade*: essa intrigante capacidade que os seres vivos têm de herdar características de seus progenitores. Isso tanto por meio de genes como de outros dispositivos celulares, e até de comportamentos.

20. Mas, claro, nem todo progenitor gera descendentes de um jeito tão simples e prático como uma bactéria. Muitos são multicelulares e estes, sobretudo, inventaram um jeito muito intrigante de reprodução: o **sexo**.

21. Não: sexo não é necessariamente ato sexual. Nem todos os machos e fêmeas têm pênis e vaginas. Nem todos os seres sexuados são exatamente machos e fêmeas. E mais: sexo não é exatamente igual à reprodução.

22. A gente esquece, mas existem animais que se reproduzem de modo assexuado. Uma hidra, por exemplo, apesar de também poder gerar outras hidras sexualmente, o faz simplesmente por **brotamento**. E as plantas? Quem nunca ouviu falar de alguém que pegou uma *muda* de uma planta e conseguiu gerar outra?

23. Sexo é troca genética: um jeito de garantir que haja essa troca e recombinação durante a reprodução. Assim, o novo indivíduo gerado

... Reprodução?

guarda como que uma mistura de genes de dois outros indivíduos que se juntam para gerá-lo. Os progenitores, fêmea e macho, ou a mãe e o pai.

Na sexualidade, os seres vivos se fazem agentes de mestiçagem cósmica, e a mistura se torna um meio de renovação dos seres e das identidades.

(A vida das plantas, Emanuele Coccia)

24. Eles fornecem os genes que vão se recombinar nos

filhos. Esse juntar-se por que o casal passa não implica necessariamente demasiada aproximação, cortejo, ato sexual, nem requer que esses indivíduos, de fato, sejam um casal para além do instante em que ofertam mutuamente seus genes.

25. Pense nas anêmonas, primas das hidras... Praticamente fixas no fundo do mar, mexendo seus tentáculos à cata de comida... Num tempo propício, bem menos espalhafatoso do que o cio que acomete os cachorros, ambos, fêmea e macho, lançam seus incontáveis gametas na água. Então, os gametas se encontram e formam zigotos.

26. Aqueles que sobreviverem a todos os perigos que o mar oferece se desenvolverão em novas anêmonas. Pronto. Reprodução. Houve ato sexual? Viu-se qualquer coisa como órgãos sexuais masculino e feminino se acoplarem? E gestação: houve? Não, não e não.

27. O que houve foi uma recombinação genética. Parte dos genes do pai se combinou com uma parte de genes da mãe num novo indivíduo: o filho, ou filha. Um, dezenas, milhares... Filhos. Melhor dizendo: prole. Isso de pai, mãe e filho já é uma coisa muito nossa, mamíferos que somos. As anêmonas progenitoras nem se dão conta de que formaram descendentes. E vida que segue.

28. É importante lembrar que os genes dos progenitores são transportados por células especiais: os *gametas*. Por que especiais? Porque possuem uma diferença exatamente em termos de genes: elas têm apenas metade do acervo genético normal da espécie.

... Reprodução?

29. Justamente por isso, ao combinarem seus núcleos, geram uma célula com a quantidade adequada de genes: o *zigoto*. Essa primeira célula dispara uma seqüência de multiplicações que vai dar origem a um novo indivíduo multicelular. Uma larva de anêmona por exemplo.

30. A fabricação dos gametas é chamada de *meiose* e a fabricação do zigoto através da união dos gametas, de *fecundação*. Sexo, portanto, é essa condição que demanda coisas como meiose, gametas, fecundação e zigoto.

31. Aí, ao longo da evolução, a vida foi brincando inventivamente com isso. Fungos, por exemplo, para se reproduzir, erguem cogumelos da terra e dos troncos. Plantas inventam pinhas, sementes, a maravilha inesgotável das flores e dos frutos.

As plantas não se deslocam como os animais e muitas acabam contando com eles para conseguir realizar a fecundação e espalhar suas sementes. Pense nas flores e nos frutos e diga como esses órgãos garantem essa parceria com os animais.

32. Animais, por sua vez, experimentam, conforme o tipo, coisas como: o cio, o cortejo, o canto. Sem falar nas disputas dos machos, no coito em si, na maternidade, no afeto, nos poemas de amor.

33. Até protozoários, como os ciliados, fazem um quase-sexo, ao seu jeito: no caso, trocando e fundindo **micronúcleos**. Mesmo as bactérias acabaram por encontrar caminhos alternativos para trocar genes umas com as outras. Uma espécie de sexo sem reprodução, que pode até ocorrer por meio dos vírus.

34. E de onde que o sexo virou essa sensação do mundo vivo? Tudo bem... Parece

A vida é atómicamente nupcial.

(A Luxúria, Paulo Mendes Campos)

bobo fazer uma pergunta dessas para a gente: com toda a enorme riqueza simbólica que soubemos atribuir à sexualidade. Somos sexuais e

... Reprodução?

isso é fundamental para o modo como estamos e continuaremos a estar no mundo.

Libélulas, em bambus, fazem,
Centopeias sem tabus fazem,
Façamos, vamos amar.
Os louva-deuses, com fé, fazem,
Dizem que bichos-de-pé fazem,
Façamos, vamos amar.

(Façamos, C. Porter, versão de C. Rennó)

35. Mas o que essa pergunta quer dizer é: por que o sexo se mostrou vantajoso para a vida, a ponto de se firmar como norma para tantos grupos? E o caminho para enfrentá-la é espinhoso, mas passa pela lembrança de que sexo é mistura.

Sim: mistura de genes. Combinação de genes maternos e paternos num novo acervo genético: único, diferente do encontrado nos pais.

36. Tem um detalhe nessa história... A meiose acontece em células diploides. Ou seja, que possuem duas cópias do material genético que vai dar num ser vivo qualquer. Imagine um peixe-boi...

37. Nas células dele, o núcleo guarda duas cópias daquela matéria-prima genética: aquele ponto de partida para que um peixe-boi seja formado em toda a sua organização complexa e múltipla de células. E o peixe-boi que ele é depende da interação entre essas duas coleções genéticas e, claro, delas com o ambiente em que ele vive.

38. Mas o importante, por ora, é que a meiose produz células com uma coleção só: os tais gametas. E eles não são exatamente iguais. Carregam, todos, a metade dos genes do progenitor. Mas esses genes podem vir, cada um, de uma das duas coleções originais. A meiose embaralha as cartas: ou melhor, os genes.

39. O que define como vai ser cada coleção de genes guardada por um gameta? O que define quais dos gametas produzidos vão enfim se encontrar no acasalamento? Ninguém. Ou, se quiser: o acaso.

... Reprodução?

40. Assim, um mesmo casal de peixes-bois, com suas coleções casuais de genes nos gametas, e com o encontro casual de dois deles, vai produzir filhotes diferentes. Talvez fosse melhor dizer: irrepetíveis.

41. Os novos peixes-bois são peixes-bois como seus pais e quaisquer outros peixes-bois o são. Nós os reconhecemos assim e os próprios peixes-bois, o que é mais importante, também. No entanto, o acervo genético que eles têm, formado pelas coleções materna e paterna de genes, é único.



42. O sexo, num momento antiquíssimo e decisivo, se mostrou um dispositivo válido de criar diferenças.

Variedade. Apesar de haver, em várias espécies, outras formas de consegui-la.

A reprodução sexual é de fato uma máquina de fazer outro. Outro que não os pais. Outro que não todos os indivíduos da espécie.

(A mosca, o rato e o homem, François Jacob)

43. O que uma população de peixes-bois apresenta, por conta de sua condição sexual, é uma variedade genética. E isso está ligado às suas chances de sobrevivência.

44. Bem, o caminho para entender a evolução do sexo é, de fato, um

bocado espinhoso. Percorremos aqui um atalho, que pode não se mostrar exatamente o melhor, ou mais completo. Existem muitas desvantagens relacionadas ao sexo.

45. Uma é bem óbvia: metade de um grupo de machos e fêmeas não procria de fato. É o caso dos machos, que participam da reprodução, mas não geram em si mesmos novos seres. Numa população só de fêmeas, que pudessem dispensar os machos para se reproduzir, o crescimento populacional seria bem mais rápido.

... Reprodução?

46. Há os machos. Há a necessidade de encontro entre machos e fêmeas. Enfim, sexo, como vemos nos animais por exemplo, dá trabalho. Por isso, entender por que a vida assumiu esse custo é um grande desafio.

47. De qualquer modo, o sexo, através da meiose e da fecundação, é o ponto de recomeço do ciclo de vida de uma infinidade de seres, permitindo que eles venham se perpetuando. Suas **células somáticas**, comuns, pagam o preço da morte, mas seus gametas permanecem numa sanha reprodutiva ao estilo dos ancestrais microbianos. É uma espécie de divisão de tarefas que funda o corpo multicelular.

48. No mais, de fato, o sexo embaralha os genes e, a longo prazo, pensando num ambiente em contínua e imprevisível transformação, isso pode ser bom, ou mesmo decisivo.

49. Qual a relação entre variedade de genes e sobrevivência? Bem... Aí temos de falar da relação entre genes e ambiente ao longo da história. De como que esse contínuo reproduzir-se dos seres vivos, tão típico e distintivo deles, se desenrola no tempo. Sim: a vida tem uma história...

A reprodução é uma espécie de fuga da morte?

... Evolução?

1. Basta entrarmos num museu de história natural para nos darmos conta de que a vida tem uma história: que nos ultrapassa para trás e o fará para a frente. Aliás, um museu é um jeito de afirmar nossa relação com o tempo. No sentido de que tudo passa: pessoas, regimes políticos, instituições, civilizações, espécies, formações geológicas...

2. E mais: o mundo, no fundo, é um grande museu. Tendo olhos para isso, podemos entrever as marcas da existência das coisas passadas. No caso das formas de vida, que é o que nos interessa aqui, pensamos logo nos fósseis.

3. Pense nas preguiças gigantes, nas samambaias arborescentes de florestas originárias, nos populares e sempre fascinantes dinossauros e nos outros **hominíneos**, que apelidamos de *homem das cavernas*... Cadê?

4. Não existem mais. Porém, seus vestígios estão por aí. Por isso sabemos que existiram. Seus fósseis estão pelo mundo...

Gravados nas rochas. E, de vez em quando, recolhidos e guardados em museus. E o que dizem com sua presença?

5. Dizem que a vida muda. Assim como o fazem os *órgãos vestigiais*. Como o nosso **cóccix**, que é uma espécie de vestígio da cauda de nossos ancestrais. Ou as **esporas** nas jiboias, que são vestígios dos membros que seus ancestrais, como outros **tetrápodes**, possuíam.

Você sabia... que hoje sabemos que as aves não são apenas parentes dos dinossauros, mas um inusitado grupo deles contemporâneo nosso?

... Evolução?

6. Semelhanças que se estendem entre grupos de seres vivos, especial e incrivelmente as moleculares, que chegam a aproximar o mundo vivo como um todo. Na recorrência de um esquema básico de funcionamento da engrenagem bioquímica. Até a distribuição das espécies pelo planeta, que, de certo modo, acompanha a história de mudanças da superfície terrestre...

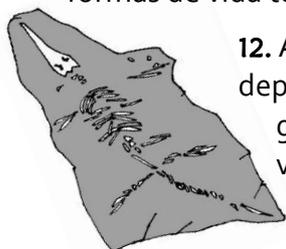
7. Tudo isso diz, de fato, que a vida muda. Ou ainda: diz que a vida é mudança. Uma estranha e fabulosa dança das formas, onde se erguem e desabam coisas como répteis gigantes e segundo a qual não cessam de nascer novas possibilidades.

8. Um nascimento tímido, discreto. Um nascimento contínuo, aqui, agora, sem que a gente perceba. Um renascimento: da vida por ela mesma, em sua associação com o meio físico.

9. Em uma palavra: *evolução*. Uma palavra forte, ainda hoje polêmica, mas tremendamente necessária na linguagem biológica. Sua vigência como uma espécie de conceito-mãe da síntese de conhecimentos a que chamamos de biologia data do século XIX.

10. A evolução começa seu estelato de modo mais consolidado com a publicação de uma obra de **Charles Darwin** em 1859, apelidada de *A origem das espécies*. Nessa época, não era ainda tão instituída a aceitação da realidade cambiante da vida.

11. Claro que os seres mudam: nascem, crescem, envelhecem. Mas isso é o que chamamos de *desenvolvimento*, e não é esse o tipo de mudança que o termo *evolução* nomeia. Não se trata da mudança ao longo do tempo de vida de um indivíduo. Mas de uma mudança ao longo de gerações: o tipo de mudança que responde pelo fato de diferentes formas de vida terem surgido nos últimos bilhões de anos terrestres.



12. Ao longo da história da Terra, os sedimentos foram se depositando e formando certas rochas. Nelas, ficaram guardadas partes do corpo ou marcas de alguns seres vivos que não encontramos mais no planeta.

... Evolução?

13. Claro que esse processo de fossilização não foi trivial e exigiu condições específicas. Mas ele ocorreu e as rochas em que os fósseis são encontrados nos permitem identificar até o momento aproximado em que tal ou qual ser vivo existiu.

14. Assim, o registro fóssil nos informa, numa espécie de criptografia, que antigamente existiam espécies que não existem mais e que as atuais não existiam ainda. Com isso, afirma que, ao longo da história do planeta, novas espécies foram surgindo e outras deixando de existir. Mudanças. Evolução.

O osso

O fóssil

futura

peça de museu

O osso

este osso

(a parte de mim

mais dura

e a que mais dura)

é a que menos sou eu?

(Reflexões sobre o osso da minha
perna, Ferreira Gullar)

15. Mas voltando ao Darwin... Sua obra botou na mesa da ciência algumas ideias importantes sobre o tema. Uma delas é a própria ideia de que as formas de vida se transformam ao longo do tempo: a ocorrência da evolução propriamente dita.

16. Essa ideia não é originalmente de Darwin. Mas digamos que ele a defendeu de modo exemplar, reunindo uma série de indícios e argumentos, garantindo sua maior aceitação. Afinal de contas, não é possível voltar no tempo, mas se podem identificar os rastros das mudanças que se deram à medida que o tempo foi passando.

17. Na época, a ideia de evolução não era lá tão óbvia assim, nem no meio científico. Coisa que de Darwin para cá se resolveu. Hoje até há quem se oponha de forma veemente contra a evolução, em defesa da ideia da criação divina. Mas tal ideia não tem vez nas discussões formais da comunidade científica.

... Evolução?

18. Como o biólogo russo **Theodosius Dobzhansky** bem afirmou no título de um artigo antológico, nenhum biólogo hoje pode dispensar o conceito de evolução. Mesmo porque é a formulação de uma condição fundamental do mundo vivo: ele se transforma. Aliás, vem se transformando desde que se originou por volta de uns 3,5 bilhões de anos atrás.

A evolução propriamente dita não é mais uma teoria, para o autor moderno. É um fato, tanto quanto a Terra circular em torno do Sol, e não o inverso.

(*Biologia, Ciência única*, Ernst Mayr)

Nada na biologia faz sentido exceto à luz da evolução.

(Theodosius Dobzhansky)

19. Outra ideia valiosa é a de que as formas de vida, nessa história de transformações, compartilham ancestrais. Espécies próximas são, na verdade, parentes próximos.

Similaridades e diferenças indicam proximidade ou distância em termos de parentesco.

20. Num sentido radical, todas as espécies são parentes. Primas próximas ou distantes numa grande árvore genealógica, que é a própria *árvore da vida*. Pensar a vida como esse processo arborescente não é senão pensá-la como o espetáculo da diversificação: da geração de novas formas. Novos ramos e frutos.



21. Essa imagem, de pronto, na época, já foi bem útil para organizar uma leitura conjunta do registro fóssil, de modo que os achados fossem se articulando numa espécie de narrativa do passado. Isso foi valioso para sua aceitação e confirmação.

... Evolução?

filhos e folhas
crescem
(...)
vêm os ventos
velam os velhos
voam as falhas
netos natos
a árvore se arvora
e se renova
(Ricardo Silvestrin)

22. Anos depois, a biologia molecular e a genética foram confirmando essa imagem de uma árvore da vida. A observação de heranças universais, ou quase, no mundo vivo, como o código genético e certas rotas metabólicas, foi e continua confirmando sua validade.

23. Toda essa recuperação da genealogia da vida leva ao extremo de uma origem comum. Ao primeiro salto de uma espécie de pré-vida na direção da vida mesma. A um último ancestral comum universal. Ou **LUCA**, segundo a abreviação em inglês.

Há grandiosidade neste modo de conceber a vida, com seus diversos atributos, como algo originalmente soprado em poucas formas ou em apenas uma; e é igualmente grandioso saber que, enquanto este planeta gira de acordo com a lei fixa da gravidade, infinitas formas, as mais belas e maravilhosas, tenham iniciado a partir de uma origem muito simples, e mantenham sempre em marcha sua evolução.

(A origem das espécies, Charles Darwin)

24. A ideia da origem comum é muito envolvente, e o tem sido desde os tempos de Darwin. Mas também tem sido intragável para muitos quando se trata de assumir que nós fazemos parte dessa história. Nosso parentesco explícito com outros primatas até hoje é motivo de uma angústia mal disfarçada e de recusa.

O homem não veio do macaco. Vem vindo.

(Dirceu)

25. De todo modo, essa é uma atitude alheia à biologia e anticientífica. A evolução é um dado

... Evolução?

básico. Através dela, as espécies podem acabar originando outras. E, por isso, em última instância, todas são parentes.

Todos os seres vivos atuais são parentes: mais ou menos próximos, conforme os ancestrais compartilhados sejam mais ou menos recentes. Nesse sentido, explique por que é errado dizer que os humanos descendem dos chimpanzés, indicando qual é enfim a relação entre esses animais.

26. Somado a isso, Darwin ainda afirmou que se trata de um processo contínuo e lento e, especialmente, propôs um mecanismo que o explicasse: a *seleção natural*. Uma grande sacada, que lhe valeu toda sua fama.

27. Enquanto ele chegava à sua formulação em anos de estudo, observação e até viagem pelo mundo, outro britânico chegava a ela independentemente. Eles se descobriram e até dialogaram por cartas. **Alfred Wallace** é o nome desse rapaz, que não ficou tão famoso, mas que é também merecedor do nosso reconhecimento.

28. Prosseguindo... Imagine um conjunto numeroso de indivíduos de uma mesma espécie... Uma *população*. Esse jogo entre identidade e diferença que é uma população. Os indivíduos são iguais o suficiente para se reconhecerem e serem reconhecidos por nós como da mesma espécie, mas não o suficiente para serem cópias exatas uns dos outros.

29. Sim: existe a reprodução assexuada, que produz novas cópias de um mesmo ser. Mas existem também mutações e a história individual de cada um, o contexto (micro e macro) em que vivem... Diferenças. Claro que, com o sexo, a história é outra: os genes são embaralhados e isso justamente gera diversidade.

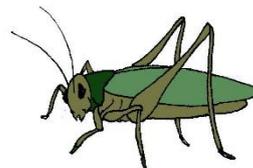
30. De qualquer maneira, a seleção natural opera com as diferenças. Porque nem todos os indivíduos de uma população são iguais e porque eles têm de dar conta de sobreviver num ambiente múltiplo e desafiador, nem todos se saem necessariamente com o mesmo sucesso. Ou seja, nem todos têm a mesma chance de sobrevivência e de reprodução.

... Evolução?

31. Se determinada característica, em determinado ambiente, confere aos indivíduos maior chance de sobreviver e se reproduzir, os que a possuem tenderão a deixar mais filhos. Se essa característica for herdável e o ambiente se mantiver minimamente o mesmo, ocorrerá igualmente com esses filhos. Assim, a presença da característica na população se tornará, ao longo das gerações, cada vez mais expressiva.

32. Variação. Hereditariedade. Sobrevivência e reprodução diferenciais. Eis as três condições da seleção natural. Somadas, implicam a mudança gradual de uma população, no sentido de seus indivíduos se ajustarem cada vez mais ao meio em que vivem, através do sucesso reprodutivo dos tipos mais capazes de habitarem tal meio. Essa mudança é um caso de evolução. E esse ajuste: de *adaptação*.

33. Por exemplo, o uso desmedido de inseticidas na agricultura pode acabar selecionando insetos resistentes. Como assim? Quando insetos são expostos aos inseticidas, muitos morrem. Mas alguns podem, talvez, de algum modo, possuir alguma característica que lhes confere resistência...



Cada inseto tem um neto
Tataraneto de outro inseto

De acordo com a lei
Estabelecida
De driblar sempre a morte
Com a vida

(Tataraneto do inseto, Nelson
Jacobina e Jorge Mautner)

34. Aí, se essa característica for herdável, ao sobreviver e se multiplicar, os insetos resistentes geram outros do mesmo tipo. Num tempo relativamente breve de exposição aos inseticidas, levando em conta que muitas gerações se sucedem em alguns meses, os insetos resistentes podem se tornar muito numerosos.

... Evolução?

35. Não quer dizer que os insetos se transformaram ao entrar em contato com o inseticida. O que o contato fez foi *selecionar* aqueles previamente capazes de vencer o desafio.

36. E não se trata da transformação de certos insetos, individuais, mas de populações. Numa população exposta a certo inseticida, os insetos sensíveis tenderão a morrer e os resistentes a sobreviver e se reproduzir. Esse sucesso diferencial acaba reconfigurando, ao longo das gerações, a população.

37. São as populações que se transformam, através do aumento da proporção de certos tipos de indivíduos no conjunto, em detrimento de outros tipos. E por quê? Porque os primeiros foram mais capazes de responder ao desafio do ambiente. Quando se pensa em evolução, se pensa em termos de população.

38. No século XX, depois de altos e baixos do que se acabou chamando de darwinismo, alguns pesquisadores organizaram uma síntese entre as ideias evolutivas darwinianas e as ideias da genética: a *síntese evolutiva moderna*. O que nos permitiu ver que as transformações evolutivas eram, em última instância, transformações genéticas.

39. Uma população é uma espécie de reservatório de genes. Suas mudanças evolutivas estão, portanto, relacionadas a mudanças na proporção dos genes que compõem esse reservatório. Como se a evolução, ao longo das gerações, jogasse com os genes em resposta ao ambiente.

minha mãe, minha avó
e antes delas minha tataravó
e antes delas um milhão
de gerações distantes
dentro de mim

(Cabimento, Arnaldo Antunes e
Paulo Tatit)

40. Uma versão extrema dessa relação entre evolução e genes foi proposta, anos depois, pelo biólogo evolucionista **Richard Dawkins**. Segundo ele, organismos não passam de *veículos* para os *replicadores*. Estes últimos são os genes: as unidades que sofrem replicação, que podem ser multiplicadas a cada divisão celular em duas cópias. A

... Evolução?

evolução seria a seleção dos genes mais capazes de se replicarem e perpetuarem.

41. Por isso, o próprio Dawkins tornou sua ideia conhecida a partir do termo *gene egoísta*. Porque seriam os genes, no fim das contas, as unidades selecionadas e os determinantes de todas as expressões e mudanças que vemos na dimensão dos organismos. Estes seriam apenas veículos mesmo: de transporte dos genes.

Ⓞ DNA de um tigre também é um programa "duplique-me", mas contém uma digressão quase fantásticamente enorme como parte essencial da execução eficiente de sua mensagem fundamental. Essa digressão é o tigre com toda sua parafernália de dentes, garras, músculos para correr, instintos de espreitar e atacar.

(O maior espetáculo da Terra, Richard Dawkins)

42. É uma ideia por demais radical e polêmica. Claro que provoca reações contrárias calorosas. Mas vejamos agora um detalhe a respeito da seleção natural que mais reúne do que separa os biólogos evolucionistas... Voltemos aos insetos para dizê-lo...

43. O fato de os tipos resistentes serem mais capazes de viver num meio com inseticida não passa disso. Não quer dizer nada sobre o desempenho deles quando não há inseticida. A evolução não conduz ao *progresso*. Insetos não ficam absolutamente melhores ou mais perfeitos. Os tais *superinsetos* são *super* na presença de inseticida. Na sua ausência, talvez até não se saiam tão bem assim.

44. Ter certa característica pode ser crucial num determinado ambiente: em outros não. E lembremos: os ambientes mudam. A evolução é a mudança dos seres vivos em conjunção com a mudança dos ambientes. Mudança no sentido da sobrevivência, o que não quer dizer melhora num sentido absoluto.

... Evolução?

45. A ideia de que há uma escala de melhora das manifestações da vida, das bactérias aos humanos, é conversa fiada. Um afago no nosso ego. Não condiz com o conceito biológico de evolução. Uma bactéria, uma esponja, um girassol, uma pessoa: se estão vivos, são todos resultantes de uma história evolutiva bem-sucedida.

46. O fato de os humanos terem surgido mais recentemente e terem um corpo mais complexo não os torna mais *evoluídos*, ou perfeitos. Uma esponja, com toda sua simplicidade corporal, está muito bem adaptada ao seu meio. Inclusive, as linhagens de esponjas vêm sendo bem-sucedidas há muito mais tempo. Imagine as bactérias...

47. Outro detalhe complicador é que os seres vivos não são passivos: fantoches das mudanças ambientais. Eles próprios fazem parte do ambiente e o alteram. Animais vivem a consumir e produzir resíduos. Inclusive nós: em maior escala. Plantas, dentre outras coisas, interferem no solo com a atividade de suas raízes. Para não mencionar o fato de que, nos primórdios, a fotossíntese mudou a atmosfera do planeta.

48. Os exemplos são por demais numerosos e relevantes. Porque o que há, na verdade, é um jogo sofisticado e minucioso de interferências mútuas, onde os organismos e seus genes conversam o tempo todo com o ambiente.

A cada momento, a seleção natural está operando com vistas a modificar a composição genética das populações em resposta ao ambiente momentâneo; no entanto, à medida que essa composição se modifica, ela gera uma mudança concomitante no próprio ambiente. Assim, tanto o organismo como o ambiente são causa e efeito em um processo coevolutivo.

(A tripla hélice, Richard Lewontin)

49. Mais um detalhe é que um ser vivo não é apenas uma soma de características que podem ser adaptativas. Um organismo é uma

... Evolução?

totalidade. Suas características estão articuladas num plano corporal, e mesmo limitadas por ele. Um plano que é fruto de um desenvolvimento.

50. Tampouco um ser vivo é apenas o resultado da execução de um programa genético. Importa o contexto em que seus genes vão sendo mobilizados no espaço múltiplo do corpo e no tempo. Um organismo é uma história.

51. E há outras coisas herdadas dos progenitores. Tem toda uma herança que não se restringe aos genes e que chamamos de *epigenética*. Mitocôndrias maternas. Proteínas reguladoras. Padrões de marcação da **cromatina**. Fora os comportamentos, quando falamos em especial dos animais.

As marcações de cromatina são acréscimos de um radical químico, a metila, a bases da molécula de DNA. Essa metilação diminui a probabilidade de que certos genes sejam transcritos, diminuindo a produção de certas proteínas. Como as marcações podem ser herdadas, esse padrão de produção pode ser herdado junto. É um exemplo bem conhecido de herança epigenética. Procure saber...

52. Há ainda outro ponto, que nem pode ser chamado de detalhe... A seleção natural não responde inteiramente pela evolução. Mudanças na paisagem genética de uma população podem ocorrer por mutações nos genes que nada tenham a ver com maiores chances de sobrevivência.

53. Da mesma maneira: existem as migrações. Sem falar que eventos aleatórios, como acidentes, podem provocar a morte de alguns indivíduos e sobrevivência de outros sem motivação adaptativa alguma. É um exemplo do que conhecemos como **deriva gênica**.

54. Falando em mutação... Darwin não tinha uma ideia boa a respeito da origem da variedade numa população. Hoje sabemos que as mutações são sua fonte primária. E o sexo pode promovê-la: desde a produção dos

... Evolução?

gametas, com a distribuição dos cromossomos e sua **permutação** na meiose, até seu encontro casual.

55. Ou seja, o acaso também tem seu papel na árvore da vida. Há certa bagunça e possíveis, malditos ou benditos, erros na transmissão fidedigna da mensagem genética. A diversidade que vemos, em alguma medida, é uma trajetória de transformação do erro em sucesso e exuberância. Essa estranha e fascinante trajetória.

56. Mas hoje sabemos até que nem toda mutação é filha da cegueira do acaso. Existem *mutações dirigidas*. Genes mais propícios a sofrerem alterações. Taxas de mutações alteradas por condições ambientais. Complicações desse tipo...

57. Outras complicações ainda dizem respeito à tese darwiniana de que a evolução é gradual. **Stephen Jay Gould** é um dos paleontólogos e biólogos evolucionistas que mais se opôs a ela. Ele, juntamente com **Niles Eldredge**, propôs o modelo do *equilíbrio pontuado*. Resumidamente: é a ideia de que a evolução intercala momentos de estabilidade e momentos de intensa transformação em vez de um ritmo contínuo.

58. Bem... A evolução que responde pela mudança de uma população, ou *microevolução*, é gradual. Quanto à diferenciação de populações em novas espécies, ou *macroevolução*, é que há controvérsias. No fundo, a questão é se a evolução, ao gerar novas espécies, caminha sempre lentamente ou, por vezes, salta.

59. A especiação é uma questão desafiadora mesmo. Nem toda mudança evolutiva gera novas espécies. Mas há aquelas que o fazem. E, de modo geral, não há discordância de que novas espécies podem se formar a partir do **isolamento geográfico** de uma população original dividida em

Você sabia... que a quantidade de espécies de insetos no mundo corresponde hoje ao valor astronômico de cerca de 1 milhão e que ainda há muitas outras por serem descobertas e catalogadas?

... Evolução?

subpopulações. Nem de que o **isolamento reprodutivo** é um passo subsequente.

60. Mas outras possibilidades, que não supõem afastamento no espaço, também são apontadas. E o próprio conceito de espécie, que nos permita enfim saber quando duas espécies são diferentes, é um assunto difícil.



61. A saída tem sido o *conceito biológico*, defendido pelo zoólogo **Ernst Mayr**. Segundo ele, as espécies são como ilhas reprodutivas: grupos de indivíduos que preservam certo patrimônio genético através do impedimento de cruzamento com indivíduos de outros grupos. Esse conceito é muito proveitoso, mas não se adequa a todos os casos. Exceções são comuns na biologia...

62. De fato, a evolução é um conceito que abriga, no seu vasto campo temático, algumas questões em aberto, o que não é tão ruim assim, porque a ciência é movida por questões. Trata-se de um conceito muito valioso. E, independentemente do que há por ser melhor entendido, e sempre há algo por ser melhor entendido: sabemos que a vida evolui.

63. Não será a vida senão o próprio curso da sua evolução? O sim como resposta a essa pergunta é algo bem disseminado na comunidade científica, mesmo que um conceito de vida não seja emblematicamente defendido ou mesmo discutido por boa parte dos biólogos.

(...) a vida é derivada. Ela se modifica gradativamente e, ao fim e ao cabo, de maneira espetacular, mas, em essência, a vida é a continuação adaptada do que veio antes.

(Criação: a origem da vida, Adam Rutherford)

... Evolução?

64. Haverá outra condição ainda mais fundamental para uma formulação do que seja a vida? Aí que quase ninguém nem se dá conta mesmo. Mas tem quem se debruce sobre isso e defenda que há sim...

As espécies são apenas fases da história da vida?

Microcosmos, Claude Nuridsany e Marie Pérennou. 1996.

É um documentário que mostra, através de sequências de imagens fascinantes, a intimidade de parte da enorme diversidade de insetos que habita o planeta.

Mechanisms of evolution – What is evolution? Kurzgesagt – In a Nutshell. 2013.

Produzida por um estúdio de design de Munique, Kurzgesagt, essa animação fala sobre a seleção natural e a formação de novas espécies numa linguagem esperta e agradável. É encontrada, com legendas, no canal do estúdio no Youtube. Ao vê-la, é importante ficar atenta(o) a certo modo de falar desse tema tão complexo, que é, em alguns momentos, uma licença por conta do apelo lúdico da linguagem pretendida.

... Desequilíbrio?

1. A vida é uma organização da matéria. Sua condição material é óbvia. No entanto, a vida é uma espécie de loucura da matéria: apressada,

Procuro na paisagem cadência
Os átomos coreografam a grama do chão

(A alma e a matéria, Arnaldo Antunes,
Marisa Monte e Carlinhos Brown)

festiva, exuberante. Algo como um verdadeiro escândalo cósmico.

2. Para entender sua diferença, temos de ir às leis físicas que orientam

nosso entendimento de como a matéria se comporta. Aqui, em particular, interessa o que diz a *termodinâmica*: esse ramo da física que trata das relações entre *calor* e *movimento*, surgido no século XIX junto com as máquinas a vapor.

3. A termodinâmica tem lá suas leis. A primeira, no fim das contas, acaba dizendo que não há criação nem destruição da energia: ela se transforma, mas sua quantidade no universo se conserva. Uma lâmpada acesa. A turbina da hidrelétrica garantindo que a lâmpada esteja acesa. Uma vela acesa quando falta a corrente elétrica vinda da hidrelétrica...

4. Em todos esses casos, o que está em jogo é a energia. Mas perceba que são diferentes formas dela... A lâmpada acesa emite luz e calor. Mas o que ela recebe, conectada ao bucal, é eletricidade. Logo uma lâmpada é um dispositivo de transformar energia elétrica em energia luminosa e térmica.

5. Uma hidrelétrica, por sua vez, é um dispositivo também: extremamente maior, mais potente e custoso do que uma lâmpada. Aliás, uma hidrelétrica garante eletricidade para milhares de lâmpadas.

... Desequilíbrio?

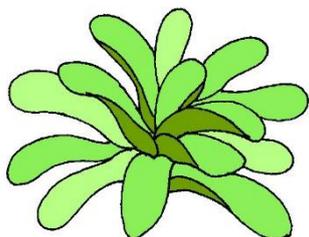
Como? Hidrelétricas transformam o movimento da água em eletricidade. Por isso, a necessidade de intervir no curso de um rio.

6. A energia mecânica do rio se converte na energia elétrica, que chega à lâmpada e, então, é convertida em energias luminosa e térmica. E a vela? Quando acesa, ela é um dispositivo...

7. Sim: até a vela é uma espécie de dispositivo de conversão de energia. Então... Ela converte a energia química da parafina em luz e calor. A energia química é aquela que existe por conta das ligações químicas entre os átomos das moléculas.

8. A parafina é um derivado de petróleo. Esse *óleo de pedra*, na verdade, é produto da compressão milenar de restos de seres aquáticos em certas condições específicas, o que o torna um recurso praticamente não-renovável e valioso.

9. Já a água do rio se move por conta do ciclo hidrológico, que só acontece por conta da ação do Sol. Ou seja, em última instância, a energia primeira que sustenta o funcionamento da hidrelétrica é solar.



10. E o petróleo, por sua vez, só existe também indiretamente por conta do Sol. Porque todo ser vivo faz parte de alguma cadeia alimentar, que só pode ser mantida a partir de uma atividade de síntese de matéria orgânica. Em sua maioria: uma fotossíntese.

11. Uma vela ou uma lâmpada acesas são a repercussão do fato de o Sol, antes e acima de tudo, estar aceso. Claro, tem muitas camadas entre uma coisa e outra: tempo, vida, civilização. Mas,

As estrelas – nosso Sol, no caso da vida na Terra – fornecem energia para o trabalho da vida. A operação fundamental desta é captar, armazenar e converter a luz das estrelas em energia utilizável.

(O que é vida?, Lynn Margulis e D. Sagan)

... Desequilíbrio?

fisicamente falando, isso aponta para o fato de que a energia não se cria, nem se destrói.

12. E se você se perguntar de onde vem a energia solar... Saiba que a gente vai puxar o fio dessa meada e vai chegar até um ponto limite. Esse seria o suposto ponto originário do universo, a partir do qual ele se expandiu há incontáveis milhões de anos.

Você sabia... que o Sol é sobretudo uma grande massa de hidrogênio, cujos átomos se fundem formando hélio e liberando uma quantidade colossal de energia até que esse estoque se acabe daqui a bilhões de anos?

13. Mas voltando às leis da termodinâmica... É claro que um ser vivo também é um dispositivo que converte energia. A energia química que obtemos de um bom almoço, por exemplo, vira o calor que mantém nossa temperatura corporal, o movimento promovido pela contração muscular, dentre outras conversões... Tudo dentro da lei.

14. Mas não há só essa primeira lei. E a segunda é que parece nos relegar ao papel de bandidos cósmicos. Como se a vida fosse uma desobediência ao universo. Mas não se preocupe em demasia com a possível pena por esse crime. Ela já existe e pagamos todos ao morrer.

15. Vamos com calma... A segunda lei, como a primeira, tem formulações variadas. O que importa aqui é que ela nos permite pensar que, nas transformações, a energia se deteriora ou se dissipa. O que é o mesmo que dizer que a energia inicial aproveitável tende a escapar como calor.

16. Quando ligamos a lâmpada ou o ventilador, parte da eletricidade se converte em luz no primeiro caso e movimento no segundo. Mas, em ambos os casos, há liberação de calor. Toda máquina perde parte da energia que recebe se aquecendo.

17. Mas não só. Um paguro arrastando a concha. Um protozoário se movendo doidamente numa gota. Uma pedra caindo. Onde há algum trabalho, parte da energia investida é perdida como calor.



... Desequilíbrio?

18. E o calor é um jeito de desordem. É uma energia em fluxo que agita as moléculas das coisas. A tendência à liberação de calor é, portanto, a tendência de se ir de uma condição mais ordenada para outra mais desordenada. Em outras, palavras: a ordem tende à desordem e não o contrário.

19. Um cubo de gelo deixado na pia derrete. Ou seja, as moléculas de água, antes arrumadas, se desordenam, por conta do calor ambiente, assumindo a disposição da água líquida. Então, as moléculas de água e ar passam a compartilhar uma desordem. É o que se chama de equilíbrio térmico. Suas temperaturas se igualam.

20. A desordem tem a ver também com a disposição das moléculas. Se abrimos um frasco de perfume no quarto, as moléculas dele vão se espalhar por todo o cômodo. Elas deixam de estar concentradas numa região e passam a se encontrar aleatoriamente entre os gases do ar que ocupa o quarto.

21. Essa aleatoriedade também é uma das caras da desordem. A tendência à desordem é a tendência à *desorganização* e à *aleatoriedade*. O gelo derrete. O perfume se espalha. As máquinas se aquecem... As

Cadê a esfinge de pedra que ficava ali?

Virou areia, virou areia

Cadê a floresta que o mar já avistou dali?

Virou areia, virou areia

(Virou areia, Lenine e Ivan Santos)

mudanças acontecem espontaneamente na direção da desordem.

22. Construir e manter é como remar contra a corrente: a correnteza universal. Degradação.

Corrosão. Desordenação. Eis as palavras de comando. O universo desce ladeira da desordem abaixo.

23. Mas dentro da geladeira não ocorre o contrário? A água não vai de um estado mais desordenado para um menos, ao virar gelo? Sim. Mas não espontaneamente. A geladeira trabalha, usando a energia elétrica para manter sua temperatura interna baixa.

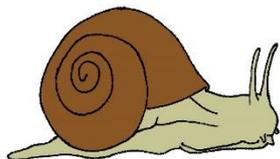
... Desequilíbrio?

24. Porém, a geladeira, ao trabalhar, libera calor para o ambiente. Por isso, seu interior é frio, mas sua parte de trás é quente. Ela cria um ambiente interno de ordenação, onde a água se organiza em gelo. Mas só o faz à custa de desordenar o ar da cozinha, espalhando calor.

Cada estado físico da matéria apresenta uma configuração própria. Tente recordar qual é a disposição das partículas nos três principais estados. Faça um esquema e indique, para cada possível mudança de estado, se ela exige ganho ou perda de calor e se implica desordenação das partículas ou o inverso...

25. A geladeira consegue se manter em *desequilíbrio térmico* com o ar da cozinha: seu interior é frio. Assim, ela mantém a ordem. A cozinha é que paga o pato, pois recebendo calor da geladeira, recebe a desordem que ele causa e que repercute nas moléculas do ar.

26. O detalhe é que a segunda lei fala da tendência à desordem em *sistemas isolados*. A geladeira, no entanto, não está isolada. E, se nela a ordem aumenta, ao seu redor: diminui. Isso só confirma a lei: a desordem tende a aumentar, mesmo que em certos sistemas, abertos, ela diminua.



27. Um sistema aberto é um conjunto de coisas que pode trocar energia e matéria com o seu ambiente. Tipo a geladeira. E o mais importante: tipo um caramujo ou qualquer ser vivo.

28. Se um cubo de gelo é um ordenamento molecular, imagine uma célula, com suas estruturas todas e seus fluxos. Logo, uma célula para ser criada e mantida exige ordem. Mas o preço universal da ordem é a desordem. Do mesmo modo que a geladeira, a célula se mantém ordenada, espalhando desordem ao seu redor.

29. Na respiração celular, por exemplo, a glicose acaba virando gás carbônico. A glicose, em termos moleculares, é uma molécula maior, tem mais energia química e é sólida. Enquanto o gás carbônico é menor, tem menos energia química e é gasoso. Desordem.

... Desequilíbrio?

30. E a diferença de energia? Escapa como calor. A respiração é um exemplo de como uma célula usa recursos mais ordenados do meio para depois enchê-lo de resíduos desordenados e calor. É como se a célula roubasse ordem do ambiente e o deixasse mais desordenado.

É por evitar o rápido decaimento no estado inerte de "equilíbrio" que um organismo parece tão enigmático (...).

31. Um dos primeiros a notar essa questão foi o físico **Ernst Schrödinger**. Nela é que está justamente o banditismo da vida. O universo segue no sentido da desordem. Mas a vida vai correndo na contramão através do seu **metabolismo**.

Como um organismo vivo evita o decaimento? A resposta óbvia é: comendo, bebendo, respirando e (no caso das plantas) assimilando. O termo técnico é metabolismo.

(O que é vida?, Ernst Schrödinger)

32. Assim como a geladeira, que contraria a desordem, mas trabalhando: usando uma energia aproveitável e liberando calor. Uma célula, ou um ser vivo multicelular, contraria a desordem usando a energia química das substâncias do meio e liberando resíduos e calor.

Todos os seres vivos têm que realizar o metabolismo e, por conseguinte, todos precisam criar uma desordem local: calor inútil, ruído e incerteza.

(O que é a vida?, Lynn Margulis e Dorion Sagan)

33. *Entropia* é o nome da medida da desordem. Ou seja, a segunda lei nos diz que a entropia do universo (em tese, um sistema isolado) tende sempre a aumentar. E o que a vida inventou foi um caminho para manter sua entropia baixa, aumentando a entropia do universo.

... Desequilíbrio?

34. A esperteza da vida é seu metabolismo. Através dele é que um inseto consegue existir, sendo tão organizado quanto é: existir e até se multiplicar. Mas, na falta de oxigênio e nutrientes, a ordenação que um inseto é não se sustenta e ele morre.

A morte é o triunfo da desordem sobre a vida.

(O método 2, Edgar Morin)

35. A morte do inseto é como o derretimento do gelo. Perde-se a ordem e entra-se em equilíbrio com a desordem do meio. O gelo sobre a pia é um

contraste: um caso de desequilíbrio. Do mesmo modo, o inseto. Porque a entropia tende a aumentar. E, por isso mesmo, o esperado é que, em algum momento, o gelo derreta e o vivo morra.

Para nós, seres vivos, a vida parece evidente e normal, e a morte, surpreendente e inacreditável. Mas se nos situamos no ponto de vista do universo, então (...), é a vida que se torna surpreendente e inacreditável, enquanto a morte não passa do retorno dos nossos átomos e moléculas à sua existência física normal.

(O método 2, Edgar Morin)

36. Enquanto vivo, se está sempre à beira do colapso, da dissolução: ou seja, da morte. A caminho da morte, mas segurando o quanto possível o passo. Viver é retardar a desordem: em possíveis manifestações de ordem. Como as microalgas luminescentes, as estrelas-do-mar, as sequoias...

A vida é um suicídio bem devagarinho.

(Millôr Fernandes)

... Desequilíbrio?

37. Toda forma de vida é uma recusa desse equilíbrio final com o universo ao redor. Uma rebeldia. Um inconformismo. Um desafio. Ir ladeira cósmica acima, contra a desordem, é, dentre outras coisas, desafiar a morte com o metabolismo.

Sigo tonto, mas não despenco
O que vive desarruma
Só o morto está pronto
(Ricardo Silvestrin)

38. Em algum momento um inseto falha: seu corpo perde a eficiência de aproveitamento dos recursos do meio. Como ocorre numa geladeira e em outras máquinas. Porém, os insetos podem se multiplicar, e as mortes são compensadas. E a presença ordenada dos insetos continua a desafiar o mundo.

uma pera
também
funciona
como máquina
enquanto quando
podre
entra ela (o sistema)
em desordem:
instala-se a anarquia
dos ácidos
e a polpa se desfaz
em tumulto
(Desordem, Ferreira Gullar)

39. A vida é um gastar-se adiando a desordem e o equilíbrio. Um besouro, por exemplo, se gasta procurando sua porção necessária de ordem a partir de uma planta. Essa, por sua vez, se gasta produzindo sua ordem usando a energia do Sol. Nos dois casos, parte da energia vai sendo desperdiçada, escapando como calor e bagunçando o universo.

40. Isso até que o universo inteiro vire uma bagunça só, numa espécie de equilíbrio apocalíptico e total, onde não haja diferenças, ordenamentos, nem energia aproveitável. É o que os físicos chamam de *morte térmica* do universo.

41. Até lá, sistemas como as máquinas e os seres vivos continuam por aí: em *desequilíbrio*... Aliás, será que podemos pensar os seres vivos como

... Desequilíbrio?

máquinas? Mas de que tipo? Certamente de um tipo diferente...
Autônomo: não?

A vida é um descuido da morte?

Morrer é se dissolver irreversivelmente em tudo?

... Autopoiese?

1. A ideia de que seres vivos são como máquinas não é nova. Data de um tempo de entusiasmo com as potencialidades das máquinas, sobretudo as térmicas. Nessa perspectiva, a vida seria um mecanismo através dos quais os vivos funcionam.
2. A insuficiência da comparação logo desponta. Basta colocarmos lado a lado uma máquina e um ser vivo quaisquer. Mesmo a máquina mais complicada e eficiente parece besta demais perto de uma bactéria.
3. No entanto, a comparação pode ser interessante, se justamente nos permitir pensar de que tipo surpreendente de máquina se trata um ser vivo. Essas máquinas e suas articulações de milhares e mínimas peças.
4. Há um conceito que justamente vai nessa direção. É o conceito de *autopoiese*, formulado por dois cientistas chilenos: **Humberto Maturana** e **Francisco Varela**. Pensando a vida como mecanismo, eles encontraram um jeito curioso de captá-la e desenhá-la em seus contornos.
5. *Autós*, em grego, quer dizer *si mesmo*. Por sua vez, *poiesis*, de onde se originou *poesia*, quer dizer *criação*. Autopoiese: autocriação. Seres vivos são máquinas autopoieticas: máquinas que criam a si mesmas. Como assim?
6. Pense na geladeira de novo... Ela é uma máquina que mantém seu interior frio à custa de aquecer seu motor e a cozinha. Em

(...) se são máquinas, os sistemas vivos são máquinas autopoieticas: transformam a matéria neles mesmos, de maneira tal que seu produto é sua própria organização.

(De máquinas e seres vivos, Humberto Maturana e Francisco Varela)

... Autopoiese?

outros termos, ela cria um ambiente interno menos aleatório e mais ordenado, desordenando seu entorno.

7. Para isso, a geladeira precisa ser suprida energeticamente por uma fonte externa: a tomada por onde lhe chega a eletricidade. Até aí tudo igual. Um ser vivo também precisa de energia.

8. Se for **heterótrofo**, vai retirá-la de certas substâncias químicas soltas no ambiente ou presentes em outros seres vivos. É por isso que os animais comem e os fungos crescem sobre troncos caídos.

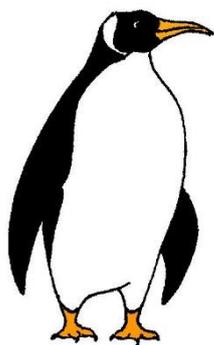
*Os vivos são fornalhas
em sempre operação:
em sua mente e ventre
tudo vira carvão*

(Os vivos, Ferreira Gullar)

9. Se for **autótrofo**, um ser vivo vai captar a energia luminosa de modo a produzir as tais substâncias de onde tirar a energia química. O nome disso é fotossíntese.

10. Mas há também a quimiossíntese: quando um ser vivo tira energia química de algumas substâncias, como o metano, para produzir outras: as tais de que todo ser vivo precisa, como os carboidratos e as proteínas.

11. A geladeira, as bactérias sobre ela e o pinguim de verdade que o boneco sobre ela imita, no quesito necessidade de energia,



são iguais. Todos funcionam a partir de uma fonte de energia. Tire-se a

tomada, suma-se com as moléculas orgânicas e os peixes, apague-se a luz do Sol... Pronto. Todos eles param.

12. Mas agora em termos de matéria... A geladeira é feita de certa porção de matéria: suas peças, produzidas e reunidas na fábrica. Já nas nossas casas, elas se desgastam com

Você sabia... que, em regiões abissais do mar, onde a luz não chega, bactérias sustentam cadeias alimentares fazendo quimiossíntese com o enxofre das fontes hidrotermais?

... Autopoiese?

o tempo. A lâmpada pode queimar. A borracha da porta, afrouxar. As arestas dos compartimentos, quebrarem. Vez ou outra, a gente sabe, é preciso trocar uma peça: se não, a geladeira não funciona.

13. E os seres vivos? Aí o buraco é bem mais embaixo. Uma cratera na verdade. Antes de tudo, enquanto geladeiras vêm das fábricas: pinguins vêm de outros pinguins. Parece bobo? De jeito algum.

14. Somente pinguins podem ser as fábricas de outros pinguins. Ou seja, somente, por meio de pinguins, as peças necessárias para produzir outros pinguins podem ser produzidas e reunidas. E essas peças são células e seus genes. E essa fabricação é a reprodução.

15. Mas pinguins são máquinas que criam a si mesmas não só porque se reproduzem. Há um sentido mais radical para isso e justifica que se pense neles como máquinas autopoéticas.

16. Uma célula, por si só, já é uma micromáquina. E funciona através de uma rede de muitas reações químicas, que transformam um monte de substâncias, através de divisões e produções. Com isso, a célula pega substâncias do ambiente, bota nessa roda viva de transformações e joga outras fora.

17. O nome disso é *metabolismo*. Através dele, as células trocam substâncias com o ambiente e se mantêm. Se lembrarmos que as peças

O metabolismo, na verdade, tem duas dimensões: o catabolismo e o anabolismo. Defina essas dimensões e explique a relação entre elas em termos energéticos, comentando o papel da molécula de ATP.

de uma célula são justamente substâncias, podemos ver que uma célula está o tempo todo renovando muitas de suas peças.

... Autopoiese?

Ilhas de ordem num oceano de caos, os organismos são muito superiores às máquinas construídas pelo homem (...) o corpo concentra a ordem. Ele se refaz continuamente. Essa substituição química ininterrupta, o metabolismo, é um sinal seguro de vida.

(O que é a vida?, Lynn Margulis e Dorion Sagan)

18. Sim. A geladeira depende de que nós troquemos suas peças de modo a garantir sua existência funcional como geladeira. Células são máquinas que conseguem elas próprias produzir e trocar suas peças, a partir de seu metabolismo.

19. Uma célula, de uma bactéria, por exemplo, é uma máquina, cujo mecanismo é um conjunto de peças moleculares articuladas numa engrenagem surpreendente. Mas mais surpreendente ainda é o fato de que é esse próprio mecanismo que produz as peças necessárias para que ele exista e se mantenha funcionando.

20. Já pensou uma geladeira que produzisse a si mesma: que produzisse e trocasse suas próprias peças a partir dos materiais do ambiente? Seria uma geladeira maravilhosa e misteriosa. Pois bem, bactérias e pinguins fazem isso. A bactéria sendo uma célula só e o pinguim sendo um conjunto de muitas células.

21. No fim das contas, a célula é a unidade da vida. É a menor porção do mundo vivo que é, de fato, viva. Proteínas, genes, gorduras

A vida é uma fábrica que constrói a si mesma a partir de dentro.

(A visão sistêmica da vida,
Fritjof Capra e Pier Luigi Luisi)

e outras moléculas não são vivos. Mas, se reunidos num conjunto organizado, isolado do ambiente, e que funciona através de uma rede de transformações químicas, a vida acontece.

... Autopoiese?

22. As peças não são vivas, mas, a partir delas, a vida pode existir e se manifestar. E a manifestação mais simples da vida é uma célula. Essa pequena máquina, que faz trocas a toda hora com o ambiente e, com isso, se mantém, distinta e funcional.

(...) a principal função da célula é manter sua própria individualidade apesar da miríade de transformações químicas que ocorrem nela.

(A visão sistêmica da vida, Fritjof Capra e Pier Luigi)

23. Para uma célula existir e estar em atividade precisa de muitas proteínas. Essas moléculas compõem boa parte de uma célula e possuem inúmeras funções: são, elas, inclusive, na forma de enzimas, que tornam viáveis as reações químicas do metabolismo.

As proteínas são componentes celulares preciosos. Elas fazem de um tudo. Transporte de substâncias. Configuração estrutural. Deslocamento de organelas. Sinalização celular. Aceleração de reações químicas (catálise)... Procure saber...

24. Proteínas são produzidas pela própria célula a partir de aminoácidos: alguns produzidos por ela, outros tirados do ambiente. Só que o jeito certo de arrumar os aminoácidos para montar proteínas depende da informação guardada nos genes. Ou seja, o DNA, com seus genes, é que indica como as proteínas devem ser produzidas.

25. Só que essa indicação é bem complexa: envolve a produção de RNA a partir do DNA e depois a leitura do RNA por ribossomos, que traduzem a linguagem do RNA na linguagem de aminoácidos das proteínas. E sabe o que é mais esquisito? Quem faz isso tudo acontecer são proteínas.

... Autopoiese?

26. As proteínas para serem produzidas precisam da informação dos genes, que para ser decodificada precisa de proteínas, que para serem produzidas precisam da informação dos genes, que... E por aí vai.

27. Existe uma parceria fechada entre genes e proteínas: milenar e originária. A vida não está nos genes, nem nas proteínas. A vida é qualquer coisa que tem a ver com essa

parceria. A vida é toda a célula, e a célula é a confirmação e a manutenção dessa parceria.

E eu dizia ao meu amigo: "Veja, o que ocorre é que o DNA participa da síntese das proteínas, e as proteínas participam da síntese do DNA" (...) Isso pareceu-me a síntese mínima do que seja um ser vivo: um processo circular de produções moleculares no qual o que se mantém é a circularidade das produções moleculares.

(Humberto Maturana)

Tudo no mundo começou com um sim. Uma molécula disse sim a outra molécula e nasceu a vida.

(A hora da estrela, Clarice Lispector)

28. É por conta dessa parceria que o metabolismo celular é possível. Por meio dela é que a célula vive trocando substâncias com o ambiente, mas permanece diferente e isolada dele. Renova suas peças (*estruturas*), mas mantém sempre a mesma engrenagem (*organização*). Muda, para ficar a mesma.

29. Isso acontece na bactéria e no pinguim também. Acontece em toda célula e tudo que é vivo é ao menos uma célula. Tanto bactérias como pinguins mudam para ficarem os mesmos. Ambos trocam recursos materiais com o meio, gastam e liberam energia e conseguem, no fim das contas, continuar sendo bactérias e pinguins.

... Autopoiese?

30. Ser bactéria, ou pinguim, ou qual ser vivo for, é ser formado por um caldo molecular bem rico e complexo. Viver é, de alguma forma, manter esse caldo. A quantidade das moléculas não pode variar muito. Um grande desbalanço pode desarrumar a rede metabólica até a sua dissolução, que é a morte.

31. Tem um nome para essa capacidade que a vida tem de cuidar da sua própria composição e, de certo modo, não entornar o caldo. *Homeostase*. De *homós*, em grego: *igual*. De *stase*, também em grego: *estabilidade*. Estar igual, mesmo na mudança...

32. Não é que os seres vivos não interajam com o meio. Pelo contrário: se não o fazem, morrem. Só que toda interação fica subordinada ao princípio máximo de conservação de si mesmo. Eles trocam peças, mas para manter a mesma engrenagem funcionando.

A vida leva e traz
A vida faz e refaz
Será que quer achar
Sua expressão mais simples?
(Mais simples, Zé M. Wisnik)

33. A vida seria, assim, um dar conta de si mesma. Permanentemente, criar-se a si mesma, através do metabolismo, alimentado pelas trocas com o ambiente. Em outras palavras: os seres vivos são autônomos e têm a si mesmos como a referência central.

34. A bactéria é feita uma máquina de ser e continuar sendo bactéria. Tudo que ela faz contribui para isso, de modo que, no seu ambiente, ela dê conta dos aproveitamentos e compensações necessários para que sua múltipla e irrequieta engrenagem bioquímica permaneça num mesmo e constante funcionamento: bacteriano, ou seja, manifesto como a bactéria que ela é. Do mesmo modo, o pinguim e todo ser vivo.

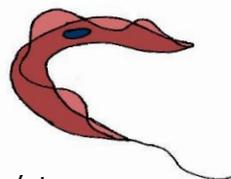
... Autopoiese?

Para entender o ser vivo, o que temos que encarar é o que o faz, o que o constrói. Eu dizia: "Qual é a tarefa, ou o propósito da mosca?" Mosquear, ser mosca. O interessante é que esta resposta: "O propósito da mosca é mosquear" coloca a caracterização do ser vivo no ser vivo, não a coloca fora do ser vivo. Porque esse "mosquear" não é mosquear aos outros, é mosquear, ser mosca. Estar na dinâmica de ser mosca.

(Humberto Maturana)

35. Todo o mundo vivo é fundamentado nesse mecanismo de produção e manutenção de si mesmo. Ou melhor: nesse jogo. Um animal é o jogo de si mesmo. Uma planta. Um protozoário...

36. Se qualquer fator, interno, externo, natural, acidental, atrapalha por demais as jogadas necessárias, eis que se morre. A morte não é senão o fim do jogo.



37. Bote-se um pinguim no sertão... As interações necessárias para o pinguim ser o que é não são possíveis no sertão. Jogue-se desinfetante sobre uma colônia de bactérias... Nos dois casos, fim de jogo. E só se vive enquanto se joga.

38. Um jogo de moléculas e energia. Um jogo de transformações e identidade. Seria também, quem sabe, um jogo de signos? Uma espécie de aventura de linguagem?

Viver é nascer de si mesmo a cada instante?

... Semiose?

1. Bactérias se multiplicando, interagindo entre si, produzindo biofilmes... Protozoários se deslocando, com seus cílios ou flagelos, fugindo ou caçando, reproduzindo na escala microscópica as cenas que tanto nos chamam atenção no mundo animal...
2. Plantas, ao seu modo, outro, também interagindo com o entorno. Crescendo para baixo em raízes e para cima em ramagens. Resistindo a ventos e animais famintos... Animais se deslocando e catando comida por onde for, sendo famintos e aparelhados de antenas, pernas, olhos e outros recursos anatômicos...
3. Em tudo isso, seres vivos reagindo ao mundo. Uma presença química estranha pode espantar ou atrair um microrganismo. Ou mesmo um animal, assim como a luz ou a temperatura também pode fazê-lo.
4. Animais, nervosos que são, têm um repertório muito variado de comportamentos. Movem-se, ameaçam, atacam, se roçam e coçam e se comunicam... As plantas, mais polidas e lentas, crescem, envergam, florescem conforme a estação do ano e até podem se comunicar...
5. Modos de resposta. É o caso: diversos modos de responder ao mundo. Como se ele fosse uma pergunta, ou antes: uma convocação. E é. Viver é sentir-se convocado pelo mundo: é respondê-lo.

Ah viver é tão desconfortável. Tudo aperta: o corpo exige, o espírito não para, viver parece ter sono e não poder dormir - viver é incômodo.

(Água viva, Clarice Lispector)

... *Semióse*?

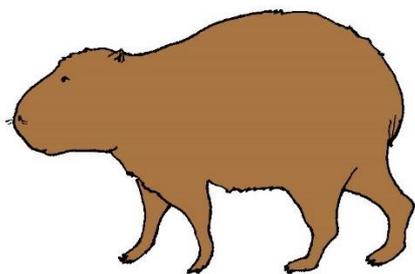
6. É por isso, inclusive, que podemos entender a vida como uma espécie de leitura dos sinais do mundo. Sinais químicos, luminosos, térmicos, mecânicos. Não é uma exclusividade animal, por conta da condição nervosa, ler o mundo. Uma bactéria, ao seu modo, também o faz. O sistema nervoso e a cultura não são senão aguçamentos dessa capacidade interpretativa básica e originária.

7. É o que nos diz um promissor e alternativo campo de estudos: chamado de *biossemiótica*. Ele não corresponde senão a uma *semiótica* da vida. E que diabo é isso de semiótica?

8. Na origem grega da palavra, está o termo *semeion*, que quer dizer *signo*. Por isso, a semiótica pode ser entendida, a princípio, como o estudo da *semióse*: da operação dos signos. Em outras palavras, um jeito de entender o processo de significação.

9. E o que são signos? Os pesquisadores da biossemiótica e da própria semiótica, de modo geral, se valem do conceito de signo do pensador estadunidense, nascido em meados do século XIX: **Charles Peirce**. Segundo ele, um signo se define a partir de uma relação entre três elementos: um objeto, o veículo do signo ou signo propriamente dito (*representamen*) e o significado (*interpretante*).

10. Um signo é uma coisa que substitui outra coisa, que é o objeto, e o significado é o que garante essa substituição. O significado é, no fim das contas, uma espécie de outro signo que corresponde ao objeto: aquilo que aparece no lugar do objeto quando ele é substituído pelo signo utilizado. Complicado? Veja bem...



11. Se escrevo *capivara*, essa palavra, essa aí, bem abasileirada, com suas 8 letras, somos levados por ela ao bicho mesmo: aquele, com sua materialidade animal, serena e herbívora. Inclusive, capivara vem do tupi: *kapii'üara*, que quer dizer *comedor de capim*.

... Semiose?

12. Ou seja, tais palavras são um conjunto específico de signos gráficos e sonoros arrumados de um modo específico que convoca a capivara propriamente a se fazer presente. *Capivara*, em português. *Kapii'üara*, em tupi. Afinal, palavras variam de acordo com as diferentes línguas. Mas há uma questão anterior... De onde que palavras têm alguma correlação com bichos?

13. Seja *capivara*, seja *kapii'üara*, conforme falemos português ou tupi, palavras são coisas de ordem bem diferente da dos animais a que elas se

os nomes dos bichos não são os bichos

o bichos são:

macaco gato peixe cavalo

vaca elefante baleia galinha

os nomes das cores não são as cores

as cores são:

preto azul amarelo verde vermelho marrom

os nomes dos sons não são os sons

os sons são.

(Nome não. Arnaldo Antunes)

referem. Por isso, palavras são signos. A palavra *capivara* substitui este animal que existe por aí, em nossas terras, a comer capim. Basta dizermos *capivara* que esta palavra nos remete ao animal.

14. Ele mesmo é o objeto. A palavra *capivara* é o signo. E

a imagem mental que fazemos do animal a partir da leitura ou audição dessa palavra é o significado. A palavra torna o animal presente através do seu significado.

15. Palavras, a princípio, nada têm a ver com animais ou quaisquer outros objetos. No entanto, porque são signos, podem correlacionar os objetos a possíveis apreensões dos mesmos na mente de quem as lê ou ouve. Isso é o mesmo que dizer que, sendo signos, palavras têm significados. Palavras fazem sentido.

16. Fazer sentido, portanto, é produzir uma correspondência entre coisas que não necessariamente têm a ver uma com a outra, assim como letras e bichos. E é justamente a partir dessa correspondência que se faz

... *Semiose?*

uma linguagem e, junto com a linguagem, uma nova possibilidade de experimentação das coisas.

17. Falamos e, porque falamos, podemos falar em capivaras. Os indígenas puderam enriquecer sua experimentação da existência graciosa desse animal ao cunharem seu *kapii'üara*. Puderam, de algum modo, abordar a presença dele, mesmo sem tocá-lo: jogando com a ideia dele que a palavra correspondente evoca.

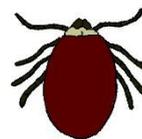
18. E tantos de nós, que nem convivemos com as capivaras, podemos conviver com elas e conhecê-las em suas singularidades através da palavra *capivara* e de outras tantas, a partir das quais relacionamos as coisas. E assim como nós, qualquer outra pessoa do mundo, desde que haja um esforço de tradução entre a nossa e outras línguas.

19. Daí que a linguagem seja um dispositivo maravilhoso de articulação do mundo. Daí que toda língua seja já em si mesma uma tradução: dos objetos em significados, através dos signos. Ou melhor: daí que toda interpretação seja uma espécie de tradução.

20. E onde entra a biossemiótica nisso? É ela que vai, através da nossa linguagem, fazer a afirmação, inusitada e interessante, de que esse esforço de tradução não é exclusivo da condição humana. Se usar palavras para traduzir a presença das capivaras no mundo é algo de muito humano, a constituição de um mundo a partir da tradução dos sinais ambientais não é um privilégio da nossa espécie.

21. Capivaras não usam palavras, mas também interpretam sinais. Elas têm um mundo próprio, que se constitui a partir de um esforço igualmente tradutor. Aliás, essa ideia de que os animais percebem sinais do ambiente e assim constituem seu mundo foi uma valiosa contribuição de um biólogo estoniano, nascido no século XIX: **Jakob von Uexküll**.

22. Na sua obra mais famosa, ele descreve, por exemplo, o que seria o mundo de um carrapato (carraça): o mundo que ele, em sua singularidade, experimenta. Nas palavras de Uexküll: seu *mundo-próprio* (*Umwelt*, em alemão). Um



... Semiose?

mundo bem distinto do nosso, onde lhe bastam só alguns sinais para dar conta, especialmente a fêmea, de subir num arbusto e jogar-se sobre uma presa e iniciar sua sanha vampiresca.

A aproximação da vítima é revelada ao salteador, que além de cego é também surdo, pelo seu sentido do olfato. As emanações de ácido butírico que provêm das glândulas da pele dos mamíferos, serve, para a carrapa, de sinal de advertência para abandonar seu posto de vigia e lançar-se sobre a presa.

(Dos animais e dos homens, Jakob von Uexküll)

23. É assim que vive um carrapato. Numa tremenda indiferença a tudo mais que, para nós, corresponde à mata onde ele se encontra. Isso, que para nós é um tumulto de cores e formas e fatores passíveis de percepção e exploração, para esse pequeno **artrópode** é apenas um nada...

24. Um nada até que o ácido butírico lhe abra as portas do mundo, dessa experiência totalizante, experiência da sua própria vitalidade: no mundo, num mundo que é seu. Estar no mundo é estar disponível aos seus signos. E há algo como um código específico segundo o qual cada espécie decifra apenas certos sinais e um mundo seu se faz.

O mundo que um animal habita e que vemos abrir-se à sua volta, transforma-se, quando observado pelo sujeito animal, no seu mundo-próprio, um mundo em que se agitam os mais variados objetos significantes.

(Dos animais e dos homens,
Jakob von Uexküll)

25. O que chamamos de mata é uma leitura nossa dos signos todos que nos afetam quando a

adentramos ou a reconhecemos. A mata é uma interpretação nossa. O carrapato e cada animal interpretam como podem, de acordo com seus órgãos de sentido, sua fome, seu cio... Enfim, seu plano corporal e suas disposições vitais.

... Semiose?

e tem no entanto uma cabeça
e dois olhos

por onde entra nele
a floresta

ou o que seja aquele
intrincado labirinto de caules
e cálices

e sabe
que por ali andam lagartas
deliciosas voam libélulas
besouros todos
comestíveis

(O louva-deus, Ferreira Gullar)

26. As coisas, no fim das contas, têm significados diferentes conforme o animal que se depare com elas. Uma folha, por exemplo...

27. Para alguns, como um louva-deus, ela faz parte de um fundo difuso de onde emergem coisas que verdadeiramente importam: presas. Já, para outro inseto, se ele for herbívoro, ela significa alimento e o convoca, por isso, a uma aproximação voraz e satisfeita.

28. Não há isso de um mundo único em que os animais vivem. Sim: eles convivem, mas cada espécie vive com outras a partir de seu próprio mundo. Cada qual interpreta esse mundo e o vive de uma forma determinada. O que é o mesmo que dizer que seu mundo lhe é próprio.

Todo organismo é a invenção de uma maneira de produzir o mundo (...), e o mundo é sempre espaço de vida, mundo-da-vida.

(A vida das plantas, Emanuele Coccia)

29. Sentir o mundo é, de algum modo, elaborá-lo. E esse mundo que reconhecemos como o lugar da convivência de todas as espécies é apenas o nosso próprio mundo: humano. O mundo que damos conta de

... *semiose*?

experimentar a partir do filtro dos nossos sentidos, de nossas capacidades nervosas, de todo o arcabouço material com que existimos.

Visão, audição, olfato, gustação, tato... Já sabemos que nossa experimentação do ambiente e de nós mesmos não conta apenas com esses cinco sentidos. Existem outros, relacionados, por exemplo, ao controle da nossa postura e do nosso esforço muscular e à supervisão de nossas condições internas. Procure saber...

30. A biossemiótica pega carona nessa esperteza curiosa de Uexküll, mas vai além. O esforço de interpretação que lê e constitui um mundo não é exclusividade humana, tampouco animal. Esse esforço pode se realizar em diversos níveis do mundo vivo, seja nos organismos multicelulares, mesmo as plantas, seja em cada célula.

31. Na verdade, esse esforço é o esforço básico e distintivo da vida. Seres vivos são seres que realizam *semiose*. Eles produzem sentidos através do poder de correlação dos signos, interpretando o entorno e a si mesmos.

32. É como se houvesse uma escala biossemiótica. Num nível mais complexo, temos a linguagem humana e os fenômenos culturais, que são uma espécie de sofisticação das possibilidades abertas pela condição nervosa animal. Essa corresponde a um nível abaixo, que inclui todas as variações do mundo animal, com sua potência neuromuscular, e sua profusão hormonal.

33. Hormônios, por sua vez, também se encontram no mundo químico e vegetativo das plantas, que ocupa outro nível: anterior. Antecedido, dessa vez, por todos os caminhos bioquímicos de sinalizações e transcrições e traduções da célula: de cada uma em si mesma, das relações possíveis entre elas.

34. Não é à toa que o vocabulário típico da biologia celular inclui tantas palavras que giram em torno do campo dos signos, como: *informação*, *código*, *leitura* e *senal*. Podemos entendê-las não como metáforas, mas

... *Semiose?*

como indícios de uma compreensão intuitiva da vida como semiose. É tal intuição que a biossemiótica procura sistematizar.

35. É comum, por exemplo, falarmos em código genético. Um código não é senão uma correspondência entre coisas a princípio sem relação. No caso, trincas de bases nitrogenadas nos ácidos nucleicos e aminoácidos nas proteínas. Isso não lembra a relação entre as palavras e as coisas?

36. A correspondência entre o nome *capivara* e o bicho é dada pelo significado, que faz com que o primeiro signifique o segundo. Um código molecular funciona do mesmo modo. As tais trincas nos RNAs mensageiros, os **códons**, significam aminoácidos, o que permite que sequências genéticas correspondam a sequências proteicas.

37. Essa mediação é feita nos ribossomos, que leem os códons, a partir dos **anticódons** nos RNAs transportadores, e essa leitura é a produção de sentidos, ou melhor, de proteínas e suas funções. Há, portanto, uma maquinaria codificadora: um aparato engenhoso que garante a significação.



(Código, Augusto de Campos)

38. Assim, as proteínas são como os sentidos da informação genética. Se lembrarmos que uma célula existe em sua estrutura e atividade sobretudo por conta das proteínas, essa leitura é a produção do próprio sentido existencial celular: de sua existência no seu mundo.

39. O nome desse processo é *tradução*. Ele supõe outro: o de *transcrição*, que é a produção do RNA mensageiro a partir do DNA. Os nomes já dizem a que vêm. A transcrição é uma reescrita de uma mensagem, que estava na língua do DNA e passa para uma língua, bem próxima, de RNA.

... Semiose?

40. A tradução já é uma reescrita mais radical: uma passagem de uma mensagem de uma língua para outra absurdamente diferente. Não há pela natureza molecular nenhuma relação entre ácidos nucleicos e peptídeos. A correlação que conhecemos e que é própria da vida que conhecemos nasceu com essa vida mesma.

Explique como as proteínas são produzidas a partir do DNA nas células eucarióticas, descrevendo os processos de transcrição e tradução.

41. A história da vida é, dentre outras coisas, a história dos desdobramentos dessa correlação. Ou seja, da consolidação dessa correspondência, semiótica, entre genes e proteínas, que chamamos de código genético e é universal no mundo vivo.

Os seres vivos são atravessados por um triplo fluxo: de matéria, de energia e de informação.

(A mosca, o rato e o homem,
François Jacob)

42. Só há informação nos genes porque eles podem ser

lidos e traduzidos. Toda informação supõe sua leitura. A célula é justamente essa leitura: a organização dela. Um sistema semiótico que se constitui interpretando genes como proteínas. Uma máquina de fazer sentido. De que valeria a replicação de uma informação sem sentido?

43. E há ainda outros códigos celulares... A própria transcrição pode ser pensada como uma semiose, uma vez que exige outra maquinaria, chamada de **spliceossomo**, que transforma um rascunho de RNA, o transcrito primário, na versão final de RNA mensageiro. Como assim?

44. Algumas porções no meio da sequência genética transcrita do DNA eucariótico têm de ser retiradas para que a sequência resultante desse corte-e-colagem corresponda a um RNA mensageiro que codifique uma proteína funcional. Esse processamento é chamado de *splicing* e implica já numa produção de sentidos. Através dele, uma mesma sequência inicial de RNA pode dar origem a RNAs mensageiros diferentes e, por conseguinte, a proteínas diferentes.

... Semiose?

45. Os mecanismos de sinalização celular também são semioses. Sinais externos, como substâncias químicas, podem mobilizar diferentes respostas numa célula. Isso por meio de sua interpretação: de sua correspondência com alterações na atividade celular mediada por cascatas de reações.

46. Assim é que existe uma espécie de conversa entre as células e seus microambientes, que tanto podem ser uma gota d'água quanto um corpo multicelular como o nosso. Assim também é que células conversam entre si, mais uma vez: seja num tecido, animal ou vegetal, seja numa colônia ou num convívio livre.

47. Como as bactérias se associam nos biofilmes? Como um ciliado reconhece uma possível refeição? Como os glóbulos brancos detectam um invasor? Como as células do pâncreas sabem que têm de liberar insulina? Quando uma

Você sabia... que os biofilmes são associações de espécies bacterianas que ficam embebidas em matrizes de polímeros que elas mesmas produzem e servem como uma eficiente proteção?

gema desperta para produzir uma flor? Em tudo isso: interpretação.

48. Sinais que são traduzidos como comandos. Perguntas que encadeiam respostas. Desde a comunicação intercelular às destinações dos produtos internos de cada célula. Desde as mudanças da conformação do citoesqueleto à produção contínua de proteínas. Desde as reações ao ambiente à constituição da própria célula, num elefante ou numa bactéria.

49. Isso sem falar na comunicação entre organismos multicelulares. Plantas que emitem sinais de alerta. Fungos que se associam a raízes.

... semiose?

Abelhas que constroem colmeias. Pássaros e grilos que cantam. Cães que ladram, e mordem ou não. Por aí vai...

Latir tem começo, mas não tem fim (...) Nada como um cachorro latindo para acordar todos os cachorros da vizinhança, do bairro, da cidade, os latidos em ondas se espalhando de bairro para bairro (...).

(Vida de cão e outras vidas, Paulo Leminski)

50. Feromônios. Cortejos. Disputas territoriais. Sinais de alerta. Trocas de recursos. Cooperações. Simbioses. Imitações. São muitas as possibilidades de reconhecimento e interação.

51. O mundo vivo, dessa maneira, seria um mundo dos signos. Abarrotado de sistemas sóicos: celulares, vegetativos, animais e

(...) a vida é a linguagem que a natureza aprendeu a falar à superfície do planeta.

(Teoria semântica da evolução, Marcelo Barbieri)

linguísticos. Com saltos de complexidade entre um e outro degrau dessa escala.

52. Nesse sentido, a evolução pode ser vista como o desenrolar de uma história que tem como

motor não só a seleção natural, mas as *convenções naturais*. Essas correspondências que foram se consolidando através dos códigos bioquímicos básicos e comportamentais e até culturais.

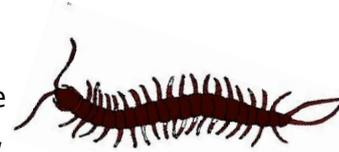
53. Convenção. Codificação. Significação. Em outras palavras: semiose... Não seria essa a grande distinção da vida? Imagine aqui... Uma lacraia e uma pedra...

O que signifinca isso?
O que swingnifica isso?
O que signifixa isso?

(O que swingnifica isso, Arnaldo Antunes)

... *Semióse?*

54. A pedra existe, indiferente a si mesma e à lacraia: alheia a tudo. Enquanto, para a lacraia, em sua estranheza, a pedra significa um obstáculo talvez. A lacraia é esse estar disponível à pedra: esse abrir-se de um mundo, do qual a pedra e muito mais fazem parte. Por isso, a lacraia é estranha, complexa: viva.



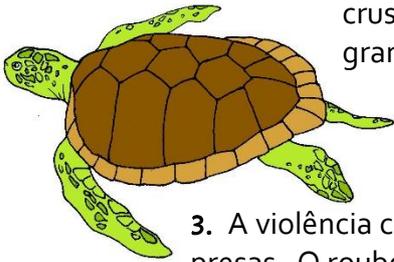
55. De que a pedra é um sinal? Como interpretá-la? Ter de interpretá-la. Tudo de vivo é, de algum modo, semiótico. Viver é ler o mundo. Será transponível o obstáculo que a pedra é? Como avaliá-lo? Será que viver é também avaliar?

O sentido da vida é lhe dar sentidos?

... Normatividade?

1. Viver, a gente sabe, intuitivamente, é permanecer vivo. Dito assim parece uma banalidade. Mas permanecer vivo, convenhamos, não é algo lá muito tranquilo. Quantas pessoas morrem a cada ano por conta de acidentes e doenças por exemplo?

2. Poderíamos multiplicar as perguntas... Quantas lagartas não se surpreendem fatalmente com os venenos vegetais? Infinitos e mínimos crustáceos não morrem na goela de baleias? As gramíneas não sucumbem ao pisoteio dos cascos? Árvores não desabam em tempestades? E o drama comovente das tartarugas filhotes tentando chegar ao mar?



3. A violência costumeira dos predadores. As defesas letais das presas. O roubo perigoso e discreto dos parasitas. Sem contar os imprevistos, os desastres, as mudanças radicais do ambiente... Obstáculos à marcha decidida da vida.

4. Viver, de fato, é continuar a viver e essa continuidade tem de ser conquistada. É com seu próprio corpo, única ou exageradamente celular, que um ser vivo garante sua possibilidade de vida.

Você sabia... que algumas plantas, como espécies selvagens de pés de milho e tabaco, são capazes de se defender liberando sinais químicos que atraem os predadores de seus predadores?

... Normatividade?

O mais importante da vida é não estar morto.

(Gomez de La Serna)

5. Seja produzindo seu alimento ou o catando por aí... Valendo-se, de acordo com as demandas, de estratégias diversas... Toda forma de vida é um jeito bem-sucedido de autoconservação.

6. Não importa se se trata de um inseto em sua agitação habitual ou uma árvore, enorme e pesada, em seu silêncio imóvel. Ambos vivem implicados num depois, num esforço de viver ainda depois: viver mais. Isso no inseto se resolve em voos incansáveis e prontidão sensorial. Na árvore: num espalhamento lento e absortivo, numa sólida disponibilidade.

7. De qualquer maneira, essa continuidade a que a vida se obriga supõe a capacidade de recusar ou superar os obstáculos e aproveitar e assimilar os recursos. Um ser vivo, qualquer um, precisa tanto tirar do ambiente o que lhe dá suporte quanto se defender de algum modo do que lhe põe em risco.

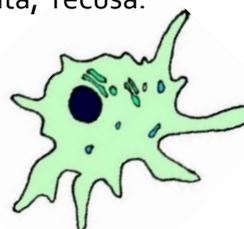
Um organismo só é vivo na medida em que ainda vai viver, nem que seja um instante. Não há um único movimento, uma única atitude que não implique um depois, um mais tarde, uma passagem ao instante seguinte.

(A mosca, o rato e o homem,
Francois Jacob)

8. Enfrentando seu meio, um ser vivo assimila, expele, aceita, recusa: discrimina. Não há indiferença. Viver implica essa disponibilidade ao que não se é, através da qual se vai constituindo o que se é.

Viver é, mesmo para uma ameba, preferir e excluir.

(O normal e o patológico,
Georges Canguilhem)



9. Tem de haver, portanto, uma espécie de discernimento constante entre o que assegura e o que ameaça. Ou seja, entre o que vale como confirmação da vida e o que vale como sua eliminação. Para um

... Normatividade?

ser vivo, as coisas, as múltiplas coisas que constituem o ambiente: valem, positiva ou negativamente.

10. Sim: valor. Esse discernimento não é senão uma avaliação. E avaliar é reconhecer um valor: valorar. A atividade de um ser vivo, sua existência mesmo como vivente, depende de uma permanente avaliação.

11. Ou antes: se realiza como essa avaliação, como o exercício de, a cada instante, na lida com o ambiente, confirmar sua chance de viver através do uso dos possíveis recursos e da recusa das possíveis ameaças. Um ter de se virar entre o que é favorável ou desfavorável.

12. *Valor* tem origem no termo *valere*, que, em latim, quer dizer *ser forte, estar bem*. Apesar de hoje a palavra *valor* nos remeter a outra rede de sentidos, curiosamente, na sua origem, ela, de algum modo, aponta justamente para essa condição fundamental do estar vivo. Afinal, quando se está vivo, faz parte do viver afinar-se ao valor: àquilo que favorece e fortalece a vida.

13. Essa curiosidade etimológica vem confirmar a possível compreensão de que a vida, em si mesma, se manifesta como avaliação. Outro termo, especial e interessante, pode servir de caminho para se acabar chegando neste ponto: *normatividade*.

14. Tanto a recuperação do sentido originário de valor quanto o esclarecimento da relação entre vida e normatividade são méritos de **Georges Canguilhem**: um médico e filósofo francês do século XX. Interessado em investigar a natureza do que se considera *normal* e, em contrapartida, *patológico*, ele acabou seguindo por esse caminho.

(...) é que a vida não é indiferente às condições nas quais ela é possível, que a vida é polaridade e, por isso mesmo, posição inconsciente de valor, em resumo, que a vida é, de fato, uma atividade normativa.

(O normal e o patológico, Georges Canguilhem)

... Normatividade?

15. Como? Bem... Essa distinção entre o que é normal e o que é doentio ou patológico é uma questão de primeira ordem na medicina. Ainda que não nos demos conta, como no caso de muitas outras questões. Aliás, filósofos e cientistas são justamente aqueles que não só formulam novos problemas, mas reformulam como problemas o que nos passava despercebido.

16. O que é o normal? *Normal* é o que está dentro da norma. Daí que seja o *adequado*. E de *adequado* podemos chegar a *adaptado*. Adaptação, para nós, tem um sentido forte de conformidade ao meio: de possibilidade de uma manifestação desimpedida da vida no meio ambiente.

17. O meio ambiente não é senão o *meio de vida*: o meio onde a vida acontece. Um indivíduo normal é aquele que consegue estar adequado ao seu meio. Ou seja, fazer dele o meio onde é possível a experiência do valor, do estar bem e forte, se valendo dos suportes necessários e se safando dos perigos.

18. É costume se achar que alguém doente é *anormal*: fora de algo como um padrão ideal, uma série pré-determinada de condições tipicamente sadias. No entanto, o que Canguilhem nos ensina a ver é que a saúde é a capacidade de instituir as normas, de estabelecer regras bem-sucedidas de viver, de estar bem mesmo em situações novas.

19. O indivíduo sadio não é refém de condições únicas de vida. Pelo contrário, saúde é algo como uma liberdade: uma capacidade de se adequar a várias circunstâncias, resistir às possíveis mudanças, mudando

Faz tempo que saúde não é tomada apenas como ausência de doenças. As políticas públicas já levam em conta suas múltiplas dimensões: físicas, psíquicas, sociais. Argumente em favor da correção dessa compreensão mais ampla de saúde, comentando em especial o peso das condições mentais e sociais.

... Normatividade?

a si mesmo o suficiente para permanecer bem mesmo em novas condições.

20. O problema da doença não é estar fora de uma única e necessária norma, de um padrão de vida, mas o contrário. O doente não é anormal. Não está fora de toda norma. Está numa norma menos livre, numa conformidade tal com seu meio de vida que lhe restringe as chances de se adaptar a outras possibilidades.

*Eu que estou como qualquer sujeito
Sujeito a dar defeito ou coisa assim
Doença, mal, moléstia, enfermidade
Até saudade, até saudade pode ser meu fim
(Quatro pedacinhos, Gilberto Gil)*

21. Um hipertenso, por exemplo, vive uma condição um tanto diferente. E, nela, as suas

possibilidades de atuação são limitadas pelas restrições que a hipertensão lhe impõe. Correr, fazer esforço, viver emoções fortes, comer às vezes alimentos mais salgados, coisas do tipo... Quem a elas pode se dedicar com mais liberdade: o hipertenso ou alguém sem problemas cardíacos?

O que caracteriza a saúde é a possibilidade de ultrapassar a norma que define o normal momentâneo, a possibilidade de tolerar infrações à norma habitual e de instituir normas novas em situações novas.

(O normal e o patológico, Georges Canguilhem)

22. Nesse caminho, podemos pensar a condição normal, ou sadia, para qualquer vivente, seja ou não humano. Essa extrapolação foi o próprio Canguilhem que indicou. Ao pensar o contraponto das experiências humanas de saúde e doença, chegou numa condição elementar de toda forma de vida.

23. Todo ser vivo institui as normas de sua vida, no sentido de que conquista, ativamente, sua garantia de vida de acordo com suas

... Normatividade?

potencialidades, em consonância com seu meio. Um ser vivo cria seu próprio viver, inclusive em novas conformações, se assim for preciso para acompanhar as mudanças ambientais.

24. Isso não quer dizer que não haja alguma possibilidade de reconhecer uma faixa de normalidade típica de uma espécie. Isso quer dizer que essa normalidade não é uma simples obediência da espécie aos limites do meio, mas a instituição de suas melhores condições de vida a partir da relação com o meio.

25. Há que se inventar no meio ambiente um meio de vida. A normalidade é tanto conservação quanto criação. Ou nas palavras de Canguilhem: é normatividade. É a capacidade que os seres vivos têm de instituir as normas de seu viver. Em conformidade com seu meio, claro.

26. Saúde seria a plenitude da vida. E vida? Um enfrentamento. Um jogo. Urgente. Arriscado. Um prosseguimento. Inevitável. Entre ganhos e custos. Aos sustos e desvios. Um desafio. Não?

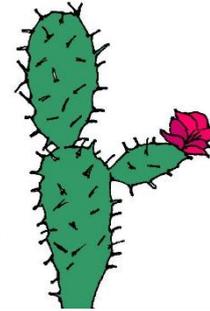
Esta noite um gato chorou tanto que tive uma das mais profundas compaixões pelo que é vivo. Parecia dor e, em nossos termos humanos e animais, era. Mas seria dor, ou era "ir", "ir para"? Pois o que é vivo vai para.

(Ir para, Clarice Lispector)

A fome de viver é insaciável?

Para terminar...

1. Uma pergunta se desdobrando em outras. Respostas: algumas. Sobrepostas. Contrapostas. Expostas, em suas proximidades e distâncias. Confrontadas em possibilidades de associação ou negação, interseções...



2. A atenção à reprodução, por exemplo, aponta para a centralidade da evolução na vida. Afinal de contas, a reprodução é um dos pressupostos da evolução. A hereditariedade é justamente um dos seus pilares.

3. E, claro, ninguém vai dizer que a reprodução não é um aspecto marcante, fascinante e por demais valioso da vida. Aliás, em todas as possíveis vertentes em que se desenha alguma resposta à pergunta pela vida, o que há é como uma questão de ênfase, ou de rearranjo dos conceitos em torno de um conceito central.

4. Veja bem... A vertente autopoietica discorda da ênfase que a resposta neodarwinista dá à reprodução e à evolução. Para os entusiastas da autopoiese, essa propriedade é que é definitiva e originária em relação às outras, o que não quer dizer um desprezo delas, mas um deslocamento: do centro para as bordas da nossa compreensão.

5. A questão é se um ser vivo é uma máquina autopoietica e tudo mais que lhe acontece, como se reproduzir e evoluir, se assenta na diferença fundamental que é ser capaz de se autocriar e autorregular...

6. Ou se um ser vivo é algo que produz outros de si a partir da replicação de seus genes e, com isso, consegue manter um esquema autônomo de organização da matéria, que pode até se transformar ao longo do tempo. Ou melhor: que se transforma, sendo essa transformação também um aspecto central...

Para terminar...

7. Ou ainda, segundo a vertente biossemiótica: se um ser vivo é um sistema capaz de semiose... Ou seja, um sistema que lê o mundo a partir de seus signos, ficando o metabolismo, a reprodução e a evolução como desdobramentos dessa condição primeira...

8. A ideia de autopoiese casa bem com a de desequilíbrio. Um sistema autopoietico, no fim das contas, supõe uma rede de contínuas transformações que o mantém à revelia da tendência do universo a um equilíbrio final e fatal.

9. Outra conversa bem-vinda pode acontecer entre as ideias de semiose e normatividade, uma vez que ambas pensam o ser vivo como um centro a partir de onde se faz o mundo e para onde esse mundo se dirige. Numa, trata-se de uma espécie de centro de interpretação. No outro, um centro de avaliação.

10. A vertente biossemiótica é nova, quando comparada à neodarwinista, mais antiga e disseminada. A autopoietica também, e ambas têm se mostrado promissoras. Já a ideia de normatividade aparece nas discussões teóricas sobre saúde, tendo uma repercussão mais limitada e sem constituir bem uma vertente de conceito de vida.

11. No mais: a despeito, de a ênfase evolutiva ser mais conhecida e assumida, ainda que implicitamente, todas as três grandes vertentes, de algum modo, cumprem bem o desafio de pensar a vida em toda sua desmedida diversidade. Em suas diferenças, elas se põem a observar com olhos bem despertos o fenômeno vital.

Você sabia... que existe todo um campo de pesquisa voltado para a tentativa de criar, em computadores, sistemas que manifestem propriedades biológicas?

12. De fato, todas apresentam aspectos interessantes para se pensar a vida: esta que conhecemos e mesmo possíveis outras, espalhadas pela imensidão do universo. Isso sem falar na polêmica possibilidade de inventarmos uma *vida artificial*.

Para terminar...

13. Os seres vivos são sistemas que se reproduzem, por conta de moléculas replicadoras (seu material genético), e sofrem seleção natural? São sistemas de intrincadas redes moleculares que formam um todo que se cria e mantém a si mesmo? São sistemas que constituem o mundo com que se relacionam a partir da leitura de seus signos?

Os vírus são seres bem esquisitos: são formados por proteínas e ácidos nucleicos. Quando invadem uma célula, conseguem utilizar sua maquinaria bioquímica para se reproduzir. Com isso, sofrem seleção natural e evoluem. Mas, fora de uma célula, são inertes: sequer têm metabolismo. E eles não invadem qualquer célula: cada tipo viral reconhece um tipo celular que lhe possa hospedar. A partir dessas características, diga, de acordo com cada vertente de conceituação de vida, se os vírus são ou não vivos.

14. Fabulosos projetos. Máquinas diferenciadas. Inusitados intérpretes. O que pode cada uma dessas visões? O que, de fato, nos permitem ver e viver? Que paisagens investigativas cada qual instaura? Aonde chegamos com elas?

15. Afinal, teorias definem os contornos do que pensamos e fazemos. Um conceito de vida não pode ser senão fundamental para uma ciência da vida: para os caminhos que ela pode trilhar. Pensar o que é a vida não é mero capricho da biologia, como muitos podem achar, mas um jeito de ela cuidar de si mesma: de seus alcances.

16. Cada uma das vertentes se fundamenta em um conceito central diferente do que seja vida, o que quer dizer que elas respondem diferentemente à pergunta pelo que a vida é. Seleção natural de replicadores. Autopoiese. Semiose. Diante disso, logo desponta uma dúvida, acostumados que somos às perguntas diretas e unívocas... Qual dessas respostas é a *melhor*?

17. Então... Nem sempre há consenso nas questões científicas. E, claro, as escolhas também revelam ênfases, preferências, diferenças de trajetória e até acasos. O importante é que essas possibilidades de

Para terminar...

resposta sejam compatíveis com o que conhecemos até hoje sobre os fenômenos vitais. E são.

18. Interessa também que elas nos possam abrir caminhos para novas perguntas, que nos lancem ainda mais longe no que a vida tem de enormidade e mistério, alargando nossa compreensão de seus processos e manifestações. Importam como respostas fecundas, que orientem e não esgotem nosso fascínio com a vida.

19. A ciência opera com perguntas, e delas se alimenta. É uma experiência bem humana e sólida de se fazer perguntas e de se deixar ser feito por elas. Porque as perguntas que fazemos com curiosidade e dedicação sinceras são as perguntas que nos fazem: que nos constituem como somos.

Sempre que o homem conquista a certeza de alguma coisa - redondeza da terra, heliocentrismo, etc. ele acaba por se chatear soberanamente e, passando por cima das esfinges mortas, parte em busca de novos enigmas, de novas dúvidas, ante a indiferença das pedras, das velhas comadres e das estrelas...

(O aventureiro, Mario Quintana)

20. Que perguntas a ciência nos tem permitido fazer? Com que perguntas a biologia tem inchado nossa experiência do mundo? Afinal, ela é uma procura e uma linguagem.

21. É um esforço sistemático e coletivo de tentar dizer a vida à altura da sua complexidade e da extensão de suas manifestações. E nos perguntar pelo que é a vida pode ser um passo justamente no sentido de compreender sua inteireza.

22. E com você... Aonde a biologia a(o) tem levado? Que caminhos as perguntas lhe têm aberto? Que viagens você tem feito na escola? Em quais tem se aventurado com os livros? Terá este livro aqui apontado algum destino?

Para terminar...

São três as grandes perspectivas de onde a biologia pode ver e conceber a vida, cada uma partindo de noções diferentes e chegando a considerações também diferentes. Argumente em favor da vertente de conceituação de vida que lhe parece mais apropriada.

23. Seja como for, chegamos ao seu fim. Mas trata-se de um fim que não finda. Um livro quando lido de verdade: segue conosco, ainda que despercebido. E no mais: fechado o livro, os olhos

sobem das páginas para tudo além, em nós e no nosso entorno. As outras inúmeras coisas e livros e questões...

24. E antes, durante e depois da leitura: a vida... Absurda, mas corriqueira. Fugidia, mas presente. Provisória, mas inteira. Valiosa. Irrequieta. Primeira. E a vida, em todo caso, não deixa de ser um viver:

Impuro, imperfeito, impermanente
Incerto, incompleto, inconstante
Instável, variável, defectivo
Eis aqui um vivo, eis aqui

(Vivo, Lenine e Carlos Rennó)

seu processo. Ela é a confirmação e a continuidade de si mesma. Enquanto dure...

Não é a própria vida que pergunta por si mesma em nós?



(As cobras, Luís Fernando Veríssimo)

Alguns termos

- **arqueias:** procariontes que formam uma linhagem à parte das bactérias, diferenciando-se delas, por exemplo, em termos da composição de sua membrana e parede celulares e de seus ribossomos.
- **células somáticas:** são as células que constituem o corpo e distinguem-se das células germinais (gametas), produzidas pelo corpo para realizarem a fecundação e darem origem a novos indivíduos.
- **cóccix:** pequeno osso da parte final da coluna vertebral, formado por quatro vértebras progressivamente menores e fundidas, que constitui uma espécie de vestígio da cauda de primatas ancestrais.
- **cromatina:** conformação do material genético assumida quando a célula não está em divisão. Pode ter regiões mais ou menos densas, que ficam mais ou menos coradas. As regiões menos densas são aquelas em que está ocorrendo a transcrição do DNA em RNA.
- **cromossomo:** pequenos corpúsculos originados a partir de uma conformação extremamente compacta do material genético, observada durante a divisão celular. São bem visíveis ao microscópio quando corados.
- **deriva gênica:** processo através do qual o repertório genético de uma população muda simplesmente por acaso e não por seleção natural.
- **esporas:** vestígios de membros ancestrais encontrados em algumas cobras, como as jiboias.
- **feto:** samambaia (no caso da citação).

- **floema:** tecido vascular vegetal responsável pelo transporte das substâncias orgânicas produzidas através da fotossíntese.
- **gema:** tecido vegetal responsável pelo crescimento (*meristema*).
- **hominíneos:** grupo classificatório em que se encaixam os humanos, formado por nossa espécie, nossos ancestrais e outros humanos que existiram no planeta.
- **LUCA:** hipotético último ancestral comum de todos os seres vivos. A sigla deriva do inglês: *last universal common ancestor*.
- **meio interno:** conjunto dos líquidos internos do nosso corpo, no qual nossas células se encontram imersas.
- **micoplasma:** bactérias do gênero *Mycoplasma*, que são bem menores do que a maioria das bactérias e não têm parede celular.
- **micronúcleos:** os protozoários ciliados possuem tipicamente dois núcleos, sendo o menor justamente chamado de micronúcleo. Os micronúcleos podem ser trocados entre indivíduos diferentes num processo de troca genética chamado de *conjugação*.
- **permutação:** é uma troca de porções de material genético entre o par de cromossomos do mesmo tipo durante a meiose. Também conhecida como *crossing-over*, é importante por gerar inusitadas coleções genéticas nas células-filhas.
- **plasmídeo:** um pequeno cromossomo extra observado em várias bactérias.
- **spliceossomo:** aparelhagem enzimática capaz de cortar os éxons e ligar os íntrons dos pré-RNAs mensageiros, realizando o processamento deles que resulta nos RNAs mensageiros. Esse processamento é conhecido pelo nome de *splicing*.

Alguns autores

- **Alfred Wallace** (1823-1913): Foi um naturalista britânico que chegou a uma ideia próxima da seleção natural darwiniana independentemente de Charles Darwin, com quem se correspondeu depois. Seu ensaio, enviado a este, chamava-se *Sobre a tendência das variedades de se separarem indefinidamente do tipo original*. Ele também teve uma contribuição pioneira na compreensão da distribuição geográfica das espécies, que hoje chamamos de *biogeografia*. Aliás, em suas viagens, ele passou pela Amazônia, o que certamente foi algo valioso para alimentar seu espírito investigador.
- **Andreas Vesalius** (1514-1564): Foi um médico belga que contribuiu significativamente com os avanços do estudo das estruturas do corpo humano através de um atlas anatômico chamado *Da organização do corpo humano*. Os desenhos presentes nele resultaram de inúmeras e minuciosas dissecações de cadáveres.
- **Antonie van Leeuwenhoek** (1632-1723): Foi um microscopista holandês que ousou mirar os microscópios que ele mesmo fabricava em diversos locais à cata de microrganismos, que apelidou de *animálculos*. Foi assim que ele fez interessantes descrições de protozoários, algas e espermatozoides por exemplo. Ele o fazia em cartas endereçadas à famosa academia científica londrina, mais conhecida como *Sociedade Real*.
- **Carl von Linné** (1707-1778): Foi um naturalista sueco que estudou medicina e botânica e é reconhecido pela elaboração de um sistema hierárquico de classificação dos seres vivos, cujas bases e cuja nomenclatura a ele associada é usada até hoje. Ele foi apresentado no

seu famoso e incansavelmente ampliado e reeditado livro *Sistema da Natureza*.

- **Charles Darwin** (1809-1882): Foi um naturalista inglês que contribuiu com a consolidação do evolucionismo, dentre outras coisas, por sua argumentação cuidadosa e minuciosa a favor da evolução (elaborada a partir do exercício do seu olhar curioso, inclusive numa conhecida viagem pelo mundo num navio inglês, o *Beagle*) e sua formulação da teoria da seleção natural. Isso o tornou um dos mais famosos cientistas de sua época, apesar de ter sofrido, a princípio, reações indignadas ou debochadas. Hoje é um cientista celebrado, por conta da validade de sua ideia de seleção natural, apresentada num dos livros científicos mais comentados de todos os tempos: *A origem das espécies por meio da seleção natural*.

- **Charles Peirce** (1839-1914): Foi um pensador estadunidense que se dedicou a inúmeros estudos, tendo sido, dentre outras coisas, matemático, filósofo e linguista. É famoso por sua abordagem do fenômeno da linguagem e seu conceito de signo, tendo sido, inclusive, um pioneiro na formação de um campo de investigação dos signos: a *semiótica*.

- **Claude Bernard** (1813-1878): Foi um médico e fisiologista francês que deu grande contribuição para o avanço dos estudos experimentais da fisiologia, tendo, inclusive, estudado os mecanismos de regulação interna do corpo e contribuído para a formulação do conceito fundamental de homeostase. Sua principal obra é *Introdução ao estudo de medicina experimental*.

- **Ernst Mayr** (1904-2005): Foi um biólogo estadunidense: um dos mais renomados do século XX. Dedicou-se ao estudo de diversos temas da biologia. Inclusive, participou do esforço de síntese entre as teorias darwinianas e as proposições genéticas do século XX. Outro detalhe é que foi formulado por ele o conceito biológico de espécie: o mais disseminado dos conceitos de espécie já propostos. Isso sem falar da sua

carreira de escritor, tendo publicado inúmeros livros sobre os conhecimentos biológicos, inclusive narrando a história deles.

- **Ernst Schrödinger** (1887-1961): Foi um físico austríaco que, assim como outros físicos no início do século XX, dentre eles Albert Einstein e Werner Heisenberg, ocupou-se da consolidação da teoria quântica, que revolucionou a física. Além disso, ele acabou se interessando também pelo fenômeno vital e escreveu o inspirador livro *O que é vida?* a partir desse interesse.

- **Francisco Varela** (1941-2001): Foi um neurocientista e filósofo chileno que participou da formulação do conceito cada vez mais utilizado de autopoiese. Tendo isso acontecido em parceria com seu antigo orientador Humberto Maturana, com o qual publicou o livro *De máquinas e seres vivos*.

- **Galileu Galilei** (1564-1642): Foi um astrônomo, matemático e físico italiano, um dos mais destacados pioneiros de um novo modo de compreender e investigar a natureza: a ciência moderna. Defendeu a necessidade do teste das ideias e do recurso à linguagem matemática, aplicando, inclusive, esse princípio ao fenômeno de queda dos corpos, preparando terreno para a formulação da lei da gravidade mais à frente. Escreveu duas obras de maior destaque, que, com seus títulos, já dizem de sua importância: *Diálogos sobre os dois principais sistemas do mundo* e *Discursos e demonstrações matemáticas acerca de duas novas ciências*.

- **Georges Canguilhem** (1904-1995): Foi um médico e filósofo francês que se dedicou a problematizar o que pensamos acerca do que seja o normal e o patológico, chegando, a partir disso, a uma concepção interessante e distinta do fenômeno vital como um todo. Sua obra mais famosa se chama *O normal e o patológico*.

- **Gottfried Treviranus** (1776-1837): Foi um médico e naturalista alemão, que se dedicou especialmente a investigações em fisiologia e anatomia, inclusive de animais *invertebrados*. É costumeiramente reconhecido pelo uso inaugural do termo biologia com o sentido que o

damos hoje, o que fez já em 1802 no livro *Biologia ou Filosofia da natureza viva*.

- **Gregor Mendel** (1822-1884): Foi um monge austríaco estudioso de matemática e ciências naturais que realizou uma série de famosos experimentos de cruzamento com plantas a fim de investigar a natureza dos processos de hereditariedade. Suas conclusões, publicadas no *Ensaio com plantas híbridas*, a respeito das regularidades da herança dos fatores hereditários, que hoje conhecemos como genes, abriu caminhos para a irrupção avassaladora de um novo campo na biologia: a *genética*.
- **Humberto Maturana** (1928): É um neurocientista chileno que formulou, juntamente com o também chileno Francisco Varela, o promissor conceito de autopoiese, defendido ao longo de sua obra, especialmente num livro de ambos chamado de *De máquinas e seres vivos*.
- **Jakob von Uexküll** (1864-1944): Foi um zoólogo estoniano que se dedicou a investigar o comportamento animal. Com isso, para pensar as relações dos animais com seu meio, elaborou um quadro teórico muito próprio e interessante, de realçado caráter filosófico, baseado no conceito de mundo-próprio. Tal elaboração é reconhecida como uma contribuição seminal para o surgimento do campo de estudo do comportamento animal: a *etologia*.
- **Jean-Baptiste Lamarck** (1744-1829): Foi um grande naturalista francês, que contribuiu inicialmente com pesquisas em botânica e depois em zoologia, além de ter dado grande impulso ao evolucionismo no debate em que a ideia de evolução ainda se via frente ao criacionismo. Foi, com sua obra *Filosofia Zoológica*, uma espécie de precursor do sucesso darwiniano. Isso sem contar que foi um dos primeiros a batizar a nova ciência, filha do século XIX: a biologia.
- **Louis Pasteur** (1822-1895): Foi um microbiologista francês que se tornou um dos mais ilustres personagens da história da biologia. Isso por conta de suas valiosas contribuições, sobretudo no estudo da vida

microscópica. Foi ele, por exemplo, que se atentou à participação dos germes em processos como o desenvolvimento de doenças e a fermentação dos vinhos.

- **Matthias Schleiden:** Foi um botânico alemão que, quase dois séculos depois da descoberta da célula, em seu livro *Contribuições a Fitogênese*, fez a valiosa proposição de que as plantas são constituídas de células, o que depois, em conjunto com as conclusões de outro pesquisador, o zoólogo Theodor Schwann, resultou na teoria de que as células são as unidades de todos os seres vivos.
- **Niles Eldredge (1943):** É um paleontólogo estadunidense que ficou conhecido por sua ousada contribuição, em conjunto com Stephen Jay Gould, ao debate evolutivo. Juntos, eles propuseram que a história evolutiva passa por longos períodos de estase rompidos por breves rompantes de mudança. Esse modelo foi batizado por eles mesmos como equilíbrio pontuado no artigo *Equilíbrio pontuado: uma alternativa ao gradualismo filético*.
- **Richard Dawkins (1941):** É um biólogo evolucionista e etólogo britânico que defende, sobretudo a partir de seu livro *O gene egoísta*, a tese radical de que os genes são as unidades da seleção natural e que os organismos são apenas veículos necessários para os genes serem bem-sucedidos em sua replicação. É famoso por escrever livros de divulgação científica de grande sucesso.
- **Robert Hooke (1635-1703):** Foi um cientista inglês que, por volta de meados do século XVII, tornou-se um dos pioneiros microscopistas, tendo feito a primeira observação e descrição de uma célula. Seus desenhos, na obra *Micrographia*, expunham as mínimas estruturas que até então eram impensáveis.
- **Stephen Jay Gould (1941-2002):** Foi um paleontólogo estadunidense muito envolvido nas discussões acerca dos mecanismos evolutivos. Nesse sentido, inclusive, foi um grande divulgador do evolucionismo, escrevendo uma série de livros para interessados no assunto. Foi um dos

formuladores da teoria do equilíbrio pontuado, segundo a qual a evolução não ocorre gradativamente em ritmo constante. Apresentou essa teoria num artigo escrito com Niles Eldredge, intitulado *Equilíbrio pontuado: uma alternativa ao gradualismo filético*.

- **Theodor Schwann** (1810-1882): Foi um zoólogo e fisiologista prussiano que, dentre outras coisas, estudou células musculares e nervosas, tendo descoberto as células que produzem a bainha de mielina de neurônios. Foi sua também a importante participação na formulação da teoria celular, uma vez que estendeu para os animais as conclusões que Mathias Schleiden tinha chegado a respeito da constituição das plantas pelas células.

- **Theodosius Dobzhansky** (1900-1975): Foi um geneticista e biólogo evolutivo ucraniano que teve uma participação de peso na elaboração do importante quadro teórico que reuniu as ideias darwinianas e as proposições genéticas feitas a partir das ideias mendelianas e ficou conhecido como *síntese evolutiva moderna*. Foi ele que, em 1937, no seu livro *Genética e A origem das espécies*, enunciou a evolução como mudança no repertório genético de uma população, o que é justamente um dos pilares da síntese moderna.

- **William Harvey** (1578-1657): Foi um médico britânico que, com sua obra *Sobre o movimento do coração e do sangue nos animais*, se tornou uma espécie de fundador da fisiologia moderna e experimental. Nela, ainda no século XVII, deu conta de explicar o mecanismo básico de bombeamento cardíaco do sangue.

Alguns álbuns

- *Vira-lata na Via Láctea*, Tom Zé: 2014, faixa 8 (*Salva humanidade*, por Tom Zé e Caetano Veloso).
- *Marina Lima*, Marina Lima: 1991, faixa 2 (*Grávida*, por Marina Lima).
- *Já é*, Arnaldo Antunes: 2015, faixa 5 (*Peraí, repara*, por Arnaldo Antunes e Marisa Monte).
- *Caminhos do coração*, Gonzaguinha: 1982, faixa 1 (*O que é? O que é?*, por Gonzaguinha).
- *Vira-lata na Via Láctea*, Tom Zé: 2014, faixa 14 (*A pequena suburbana*, por Tom Zé e Caetano Veloso).
- *Pérolas aos poucos*, Zé Miguel Wisnik: 2003, faixa 4 (*DNA*, por José Miguel Wisnik e Luciana Alves).
- *Do cóccix até o pescoço*, Elza Soares: 2002, faixa 14 (*Façamos*, por Elza Soares e Chico Buarque).
- *Mitologia do Kaos*, Jorge Mautner: 2002, faixa 4 (*Tataraneto do inseto*, Nelson Jacobina e Jorge Mautner).
- *Saiba*, Arnaldo Antunes: 2004, faixa 5 (*Cabimento*, por Arnaldo Antunes).
- *Universo ao meu redor*, Marisa Monte: 2006, faixa 9 (*A alma e a matéria*, por Marisa Monte).
- *In Cité*, Lenine: 2004, faixa 6 (*Virou areia*, por Lenine).

- *Mais simples*, Zizi Possi: 1996, faixa 5 (*Mais simples*, por Zizi Possi).
- *Nome*, Arnaldo Antunes: 1993, faixa 17 (*Nome não*, por Arnaldo Antunes).
- *O silêncio*, Arnaldo Antunes: 1996, faixa 10 (*O que swingnifica isso?*, por Arnaldo Antunes).
- *OK OK OK OK*, Gilberto Gil: 2018, faixa 5 (*Quatro pedacinhos*, por Gilberto Gil).
- *In Cité*, Lenine: 2004, faixa 2 (*Vivo*, por Lenine).

Alguns livros

- ALVES, Rubem. *Entre a ciência e a sapiência: o dilema da educação*.
- ALVES, Rubem. *Filosofia da ciência: introdução ao jogo e suas regras*.

Ambos os livros de Rubem Alves comentam, de modo interessante e agradável, as peculiaridades do conhecimento científico. São muito bons para se compreender melhor como a ciência funciona.

- ANTUNES, Arnaldo. *as coisas*.

É um livro de poemas inspirados na linguagem infantil, que revela diversas coisas, inclusive vivas, de um ponto de vista inusitado e interessante.

- BARBIERI, Marcello. *Biosemiotics: A new understanding of life*.

Este artigo de Marcelo Barbieri é valioso por apresentar as questões básicas da biosemiose. Infelizmente, se encontra em inglês, o que, aliás, é frequente nas produções dessa área. Mas vale o esforço de lê-lo: use um dicionário, peça a ajuda de seu(sua) professor(a).

- DARWIN, Charles. *A origem das espécies*.

Este é um clássico da literatura científica. Apesar de ser um livro, de certo modo, difícil, por conta de sua extensão e densidade, sua leitura é envolvente, ficando evidente, ao longo dela, que se trata de um livro memorável.

- DAWKINS, Richard. *O maior espetáculo da Terra: as evidências da evolução*.

É um dos muitos livros de divulgação científica de Dawkins, no qual ele trata do fenômeno evolutivo com entusiasmo e correção científica.

- EL-HANI, Charbel Niño; VIDEIRA, Antônio A. Passos (org.). *O que é vida? Para entender a biologia do século XXI*.

Este livro é formado por capítulos escritos por diferentes pesquisadores. Dentre eles, está um, que repete seu título e apresenta justamente a discussão em que se baseou este livro aqui.

- GULLAR, Ferreira. *Em alguma parte alguma*.

Foi o último livro de poesia publicado em vida por Gullar: um dos maiores nomes da literatura brasileira. Vários poemas deste livro tomam o mundo natural por questão, especialmente os seres vivos.

- JORDAN, Bertrand. *O espetáculo da evolução: sexualidade, origem da vida, DNA e clonagem*.

É uma espécie de coletânea de crônicas de um cientista interessado pela vida no planeta e suas diversas manifestações.

- JACOB, François. *A lógica da vida: uma história da hereditariedade*.

Um clássico da biologia do século XX: talvez seja o que se pode dizer deste livro. Nele, mais do que discutir a hereditariedade, Jacob faz um apanhado precioso sobre a biologia: suas questões e sua história.

- KELLER, Evelyn Fox. *O século do gene*.

Neste livro, Keller discute a noção de gene: seu sucesso no século XX e os problemas que, cada vez mais, percebemos em torno dela. É um modo interessante de tomar parte das questões da genética.

- LARROSA, Jorge. *Estudar = Estudar*.

Este livro de Larrosa é uma espécie de reflexão acerca do estudo, que apresenta instigantes considerações filosóficas e poéticas.

- MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion. *O que é vida?*

Ele discute o mesmo tema deste livro, porém se dedicando mais à consideração das diferentes formas de vida. Numa linguagem científica, mas num tom também poético, se mostra uma ótima leitura para os amantes da biologia.

- MATURANA, Humberto; VARELLA, Francisco. *De máquinas e seres vivos: autopoiese — a organização do vivo*.

Trata-se do livro básico onde Maturana e Varela expõem, em pormenores, seu conceito de autopoiese. Seu texto é denso, mas tremendamente interessante, inclusive pela sofisticação deste conceito.

- MAYNARD-SMITH, John. *Os problemas da biologia*.

Este também é uma espécie de clássico da biologia do século XX. Nele, Maynard-Smith se dispõe a discutir algumas das principais questões da biologia.

- MAYR, Ernst. *Isto é biologia: a ciência do mundo vivo*.

É um dos vários livros de Mayr, no qual ele aborda de forma panorâmica a biologia, apresentando, com a propriedade de um grande biólogo, algumas de suas importantes questões.

- MONOD, Jacques. *O acaso e a necessidade: ensaio sobre a filosofia natural da biologia moderna*.

Certamente, é também um clássico da biologia. Nele, Monod, mais do que expor os entendimentos básicos de uma biologia molecular aprofundada por ele e François Jacob, passeia com profundidade pelos contornos do conhecimento biológico.

- NETO, João Cabral de Melo. *O cão sem plumas*.

Neste livro, se encontra o antológico poema de João Cabral, de mesmo título. É um dos pontos altos da literatura em língua portuguesa. E foi uma das inspirações para o título e para a tônica deste livro aqui.

- PERISSÉ, Gabriel. *Ler, pensar e escrever*.

Como o próprio título indica, este livro faz proveitosas considerações sobre esses três gestos tão importantes e tão presentes na vida escolar.

- VON UEXKÜLL, Jakob. *Dos animais e dos homens – digressões pelos seus próprios mundos* seguido de *Doutrina do significado*.

É um livro de leitura talvez difícil, mas apresenta uma inusitada e curiosa visão sobre a vida e, especialmente, sobre o comportamento animal.

Bibliografia

ALVES, Rubem. *Entre a ciência e a sapiência: o dilema da educação*. São Paulo: Ed. Loyola, 1999.

ALVES, Rubem. *Filosofia da ciência: introdução ao jogo e suas regras*. 11. ed. São Paulo: Ed. Loyola, 2000. (Col. Leituras filosóficas).

ANTUNES, Arnaldo. *as coisas*. 10. ed. São Paulo: Iluminaras, 2000.

ATLAN, Henri. *Entre o cristal e a fumaça: ensaio sobre a organização do ser vivo*. Tradução de Vera Ribeiro. Revisão técnica de Henrique Lins de Barros. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1992. (Col. Ciência e Cultura).

BARBIERI, Marcello. *Teoria semântica da evolução*. Tradução de Maria Luísa Pinheiro. Lisboa: Fragmentos, 1987.

BARBIERI, Marcello. Biosemiotics: A new understanding of life. *Naturwissenschaften*, vol. 95, p. 577- 599, jul. 2008.

BECHARA, Evanildo. *Dicionário da língua portuguesa Evanildo Bechara*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2011.

BOSCO, Francisco. *Banalogias*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2007. (Col. Filosófica; 1).

BOEGER, Walter. *O tapete de Penélope: o relacionamento entre as espécies e a evolução orgânica*. São Paulo: Editora UNESP, 2009. (Col. Paradidáticos, Série Evolução).

CAMPOS, Paulo Mendes. A luxúria. In: CAMPOS, Paulo Mendes. *O amor acaba: crônicas líricas e existenciais*. Seleção de Flávio Pinheiro. São Paulo: Companhia das Letras, 2013, p. 59-62.

CANGUILHEM, Georges. *O conhecimento da vida*. Tradução de Vera Lucia Avellar Ribeiro. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2012.

CANGUILHEM, Georges. *O normal e o patológico*. Tradução de Maria Thereza Redig de C. Barrocas. 7. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2014.

CAPRA, Fritjof; LUISI, Pier Luigi. *A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, sociais e econômicas*. Tradução de Mayra Eichenberg e Newton Eichenberg. São Paulo: Cultrix, 2014. (Col. Polêmica).

CLARK, William. *Sexo e as origens da morte*. Tradução de Ryta Vinagre. Rio de Janeiro: Record, 2006.

COCCIA, Emanuele. *A vida das plantas: uma metafísica da mistura*. Tradução de Fernando Scheibe. Florianópolis: Cultura e Barbárie, 2018.

CUNHA, Antônio Geraldo da. *Dicionário etimológico da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Lexikon, 2007.

DARWIN, Charles. *A origem das espécies*. Tradução de Daniel Moreira Miranda. Revisão técnica e notas de Nélio Bizzo. São Paulo: Edipro, 2018.

DAWKINS, Richard. *O gene egoísta*. Tradução de Rejane Rubino. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

DAWKINS, Richard. *O maior espetáculo da Terra: as evidências da evolução*. Tradução de Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

FERREIRA, Dirceu. *Máximas do Dirceu*. Belo Horizonte: Ed. Gutenberg, 2013.

EL-HANI, Charbel Niño; VIDEIRA, Antônio A. Passos (org.). *O que é vida? Para entender a biologia do século XXI*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000.

EMMECHE, Claus; EL-HANI, Charbel Niño. *Definindo vida, explicando emergência*. Série Ciência e Memória, CNPQ/Observatório Nacional, Coordenação de Informação e Documentação, no 02/99.

EMMECHE, Claus. Autopoietic systems, replicators, and the search for a meaningful biologic definition of life. *Ultimate reality and meaning*, Toronto: University of Toronto Press, vol. 20, p. 244-264, dec. 1997.

FERNANDES, Millôr. *Millôr definitivo: a bíblia do caos*. Porto Alegre: L&PM, 2009.

FOUCAULT, Michel. *As palavras e as coisas*. Tradução de Salma Thannus Muchail. 9. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. (Col. Tópicos).

FLUSSER, Vilém. *Da religiosidade: a literatura e o senso de realidade*. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. (Ensaio transversais, 17).

FLUSSER, Vilém. *Língua e realidade*. 3. ed. São Paulo: Annablumme, 2007.

FLUSSER, Vilém. *A história do diabo*. 3. ed. São Paulo: Annablumme, 2008.

FOGEL, Gilvan. *Conhecer é criar: um ensaio a partir de F. Nietzsche*. 2. ed. São Paulo: Discurso Editorial; Ijuí, RS: Ed. UNIJUÍ, 2005. (Sendas & Veredas).

FOGEL, Gilvan. *Homem, realidade, interpretação*. Rio de Janeiro: Mauad X, 2015.

GEWANDSZNAJDER, Fernando. *O método nas ciências naturais*. São Paulo: Ática, 2010.

GOLDBACH, Tânia; EL-HANI, Charbel Niño. (2008). Entre receitas, programas e códigos: metáforas e ideias sobre genes na divulgação científica e no contexto escolar. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, vol. 1, n. 1, p. 153-189, 2008.

GOULD, Stephen Jay. *Darwin e os grandes enigmas da vida*. Tradução de Maria Elizabeth Martinez. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

GULLAR, Ferreira. *Toda poesia*. 15. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2006.

GULLAR, Ferreira. *Em alguma parte alguma*. Rio de Janeiro: José Olympio, 2010.

JABLONKA, Eva; LAMB, Marion. *Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história da vida*. Tradução de Claudio Angelo. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

JACOB, François. *A lógica da vida: uma história da hereditariedade*. Tradução de Ângela Loureiro de Souza. Revisão de Roberto Machado. 2. ed. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1983. (Col. Biblioteca de Filosofia e História das Ciências, n. 13).

JACOB, François. *A mosca, o rato e o homem*. Tradução de Maria de Macedo Soares Guimarães. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

JOAQUIM, Leyla Mariane; EL-HANI, Charbel Nino. A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene. *Scientiae Studia*, vol. 8, 1, p. 93-128, jan-mar 2010.

JORDAN, Bertrand. *O espetáculo da evolução: sexualidade, origem da vida, DNA e clonagem*. Tradução de André Telles. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2005. (Col. Ciência e Cultura).

KELLER, Evelyn Fox. *O século do gene*. Tradução de Nelson Vaz. Belo Horizonte: Crisálida, 2011.

KULL, Kalevi. Semiotics is a theory of life. In: WILLIAMSON, Rodney; SBROCCHI, Leonard G.; DEELY, John (orgs.). *Semiotics 2003: "Semiotics and National Identity"*. New York, Ottawa, Toronto: Legas, 2005, p. 15-31.

LANE, Nick. *Questão vital: Por que a vida é como é?* Tradução de Talita Rodrigues. Rio de Janeiro: Rocco, 2017.

LARROSA, Jorge. *Estudar = Estudiar*. Tradução de Tomaz Tadeu e Sandra Corazza. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

LARROSA, Jorge. Sobre a lição. In: LARROSA, Jorge. *Pedagogia profana: danças, piruetas e mascaradas*. Tradução de Afredo Veiga-Neto. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010, p. 139-146.

LEMINSKI, Paulo. Quando cantam os pensamentos. In: LEMINSKI, Paulo. *Ensaios e anseios crípticos*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2011, p. 81-84.

LEMINSKI, Paulo. *Toda poesia*. São Paulo: Companhia das Letras, 2013.

LEWONTIN, Richard. *A tripla hélice: gene, organismo e ambiente*. Trad. José Viegas Filho. Revisão técnica de Charbel Niño El-Hani. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

LUIZI, Pier Luigi. *A emergência da vida: Das origens químicas à biologia sintética*. Trad. Aurora Bernardini. São Paulo: Editor da Universidade de São Paulo, 2013.

MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion. *O que é vida?* Tradução de Vera Ribeiro. Revisão técnica de Francisco Salzano. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002.

MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion. *O que é sexo?* Tradução de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002.

MATURANA, Humberto; VARELLA, Francisco. *De máquinas e seres vivos: autopoiese — a organização do vivo*. 3. ed. Tradução de Juan Acuña Llorens. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

MATURANA, Humberto. *A ontologia da realidade*. Organização de Cristina Magro, Miriam Graciano e Nelson Vaz. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. (Col. Humanitas).

MAYNARD-SMITH, John. *Os problemas da biologia*. Tradução de Ana Falcão Bastos. Lisboa: Gradiva, 1994. (Col. Ciência aberta, n. 65).

MAYR, Ernst. *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Tradução de Ivo Martinazzo. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1998.

MAYR, Ernst. *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. Tradução de Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das letras, 2005.

MAYR, Ernst. *Isto é biologia: a ciência do mundo vivo*. Tradução de Claudio Angelo. São Paulo: Companhia das letras, 2008.

MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: Editora UNESP, 2005. (Col. Paradidáticos, Série Evolução).

MONOD, Jacques. *O acaso e a necessidade: ensaio sobre a filosofia natural da biologia moderna*. Tradução de Bruno Palma e Pedro Paulo de Sena Madureira. 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

MORIN, Edgar. *O método 2: a vida da vida*. Tradução de Marina Lobo. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MURPHY, Michael P.; O'NEILL, Luke A. J. (Orgs.). *"O que é vida?" 50 anos depois: Especulações sobre o futuro da biologia*. Tradução de Laura Cardellini B. de Oliveira. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1997.

NETO, João Cabral de Melo. *O cão sem plumas*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2011.

PERISSÉ, Gabriel. *Ler, pensar e escrever*. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

PIEVANI, Telmo. *Introdução à filosofia da biologia*. Tradução de Silvana Cobucci Leite. São Paulo: Edições Loyola, 2010.

PORTOCARRERO, Vera. *As ciências da vida: de Canguilhem a Foucault*. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2009.

QUINTANA, Mario. *Para viver com poesia*. Seleção e organização de Márcio Vassallo. São Paulo: Globo, 2008.

REZENDE, Antônio Martinez de; BIANCHET, Sandra Braga. *Dicionário do latim essencial*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2016. (Col. Clássica).

ROSA, João Guimarães. *Grande Sertão: Veredas*. 19. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

SAFATLE, Vladimir. O que é uma normatividade vital? Saúde e doença a partir de Georges Canguilhem. *Scientiae Studia*, v. 9, n. 1, p. 11-27, jan.-mar. 2011.

SANTAELLA, Lucia. *O que é Semiótica?* 12. ed. São Paulo: Brasiliense, 1996.

SANTOS, Luís Henrique. A biologia tem uma história que não é natural. I. In: COSTA, Maria Vorraber (org.). *Estudos culturais em educação: mídia, arquitetura, brinquedo, biologia, literatura, ciência...* Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000, p. 229-256.

SCHÖDINGER, Ernst. *O que é vida?* seguido de *Mente e matéria e Fragmentos autobiográficos*. Tradução de Jesus de Paula Assis e Vera Yukie K. de Paula Assis. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1997.

SERNA, Ramón Gomez de la. *Greguerías*. Tradução de Vanderley Mendonça. São Paulo: Amauta ED., 2008.

SERRES, Michel. *Filosofia mestiça*. Tradução de Maria Ignez Duque Estrada. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1993.

SILVESTRIN, Ricardo. *O menos vendido*. São Paulo: Nankin, 2006.

SOBER, Elliot. *Filosofía de la biología*. Tradução de Tomás Fernández e Susana del Viso. Madrid: Alianza Editorial, 1996.

VERÍSSIMO, Luís Fernando. *As cobras: antologia definitiva*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2010.

VERÍSSIMO, Luís Fernando. *Veríssimas: frases, reflexões e sacadas sobre quase tudo*. Organização Marcelo Dunlop. Seleção de ilustrações Fernanda Veríssimo e Fraga. Rio de Janeiro: Objetiva, 2016.

VON UEXKÜLL, Jakob. *Dos animais e dos homens – digressões pelos seus próprios mundos* seguido de *Doutrina do significado*. Tradução de Alberto Candeias e Aníbal Garcia Pereira. Lisboa: Edição Livros do Brasil, 1982. (Col. Vida e Cultura).

VON UEXKÜLL, Jakob. *Cartas biológicas a uma dama*. Tradução de Tomás Bartoletti e Laura Cecilia Nicolás. Buenos Aires: Cactus, 2014.

VON UEXKÜLL, Thure. *A teoria da Umwelt de Jakob von Uexküll*. Tradução de Eduardo Araújo. *Galáxia - Revista do Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Semiótica*, n. 7, p. 19-48, abr. 2004.