

SABERES TRADICIONAIS E FORMAÇÃO CIENTÍFICA: RECONSTRUINDO O LABORATÓRIO VIVO

THIAGO EMMANUEL ARAÚJO SEVERO¹, MARIA DA CONCEIÇÃO XAVIER DE ALMEIDA¹

¹Centro de Educação, Campos Universitário Lagoa Nova, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal/RN – Brasil. E-mail: thiagosev@gmail.com

Recebido em fevereiro de 2015. Aceito em setembro de 2015. Publicado em dezembro de 2015.

RESUMO – Um dos principais objetivos do professor de ciências é aproximar o estudante do conhecimento científico, continuamente em metamorfose. Ao ensinar ciências somos convidados a proporcionar um diálogo entre a cultura científica e as emergências criativas por parte dos alunos, assumindo sempre uma postura crítica sobre o que já está compartilhado. Para este fim, torna-se necessário repensar a agenda de formação destes docentes, reproblematicando o fazer e o pensar e aproximando-os dos lugares de construção de conhecimento; da experimentação de ideias; da linguagem técnica-científica; e da investigação das evidências. Neste estudo priorizamos três axiomas fundamentais para esta nova agenda de formação: reconstruir o perfil do professor de ciências; redimensionar o conceito de laboratório; e reproblematicar a noção de evidência, tendo como objetivo problematizar os saberes, lugares e espaços possíveis na construção do conhecimento científico. Os três axiomas são trabalhados a partir do referencial das ciências da complexidade e demonstram, de forma recursiva, que privilegiar uma ecologia das ideias abre possibilidades formativas para uma educação científica enquanto atitude política não apenas sobre, mas diluída no ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: *Ensino de ciências; Saberes Tradicionais; Transdisciplinaridade.*

TRADITIONAL KNOWLEDGE AND SCIENTIFIC EDUCATION: REBUILDING A LIVING LABORATORY

ABSTRACT – One of the major goals for the science educator is to bring the scientific knowledge closer to the students. When teaching science, we are invited to provide a dialogue between the scientific knowledge and the creativity of the students. Prioritizing this dialogue means taking a critical stance on what is relevant from what is mandatory. For this purpose it is necessary to rethink the agenda for teachers' education in order to establish how the scientific knowledge is built; possible places for experimentation of ideas; the scientific-technical language; and research on evidences. In this study we focus on three fundamental axioms: to build a new profile for the science teacher; to resize the concept of living laboratory; and to discuss the notion of evidence, aiming to discuss the knowledges, places and spaces possible for the construction of scientific knowledge. The three axioms were built from the framework of complexity science, and demonstrate, recursively, that to favor an ecology of ideas, means to open possibilities for science education as a political attitude, not only about, but embedded in the environment.

KEY WORDS: *Science Education; Traditional Knowledge; Transdisciplinarity.*

CONOCIMIENTOS TRADICIONALES Y LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA: LA RECONSTRUCCIÓN DE UN LABORATORIO VIVIENTE

RESUMEN – Uno de los principales objetivos para el educador de la ciencia es llevar el conocimiento científico más cerca a los estudiantes. Cuando enseñamos ciencia, se nos invita a ofrecer un diálogo entre el conocimiento científico y la creatividad de los estudiantes. Dar prioridad a este diálogo significa tomar una posición crítica en lo que es relevante de lo que es obligatorio. Para este fin, es necesario repensar la agenda para la formación del profesorado con el fin de establecer cómo se construye el conocimiento científico; posibles lugares para la experimentación de ideas; el lenguaje científico-técnico; y la investigación en evidencias. En este estudio nos centramos en tres axiomas fundamentales: la construcción de un nuevo perfil para el profesor de ciencias; para redimensionar el concepto de laboratorio viviente; y discutir la noción de evidencia, con el objetivo de discutir los conocimientos, los lugares y espacios posibles para la construcción del conocimiento científico. Los tres axiomas se construyeron a partir del marco de la ciencia de la complejidad, y demostrar, de forma recursiva, que favorecen a una ecología de las ideas, significa que abre posibilidades para la educación científica como una actitud política, no sólo acerca, pero integrados en el entorno.

PALABRAS CLAVE: *Enseñanza de ciencias; Conocimientos tradicionales; Transdisciplinaridad.*

INTRODUÇÃO

Os documentos que orientam as diretrizes curriculares nas escolas brasileiras – os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) da educação básica – estabelecem que o ensino de ciências deve ser amplo e complexo (MEC/BRASIL 2006). Essa perspectiva sugere que os professores devem levar em consideração não apenas os saberes restritos à especificidade de sua disciplina, mas empreender um esforço para ampliar as ligações conceituais e experimentar novas formas de compreender um mesmo fenômeno. Para o ensino de ciências, essa proposta significa ir além das especificidades, de modo a contemplar áreas de vizinhanças conceituais e, até mesmo, outras disciplinas e campos de conhecimento. Somente assim o ensino de ciências pode ter como horizonte um conhecimento “amplo e complexo” como sugere os PCN.

No entanto, quando levamos em consideração a organização dos currículos para o ensino de ciências, principalmente durante as séries do ensino médio, percebemos que existem poucos espaços de diálogo entre saberes científicos de áreas congêneres, mas diversas.

Há uma espécie de unilateralização de conceitos e matérias, que se esgotam sobre si mesma.

Shiva (2003) argumenta que esta organização do pensamento, que se alimenta de apenas um ideário, uma técnica ou um único conjunto de valores, assemelha-se a monoculturas. Assim como a organização dos currículos de ciências nas escolas, as monoculturas têm a tendência de fecharem-se sobre si mesmas, sufocando qualquer emergência criativa que fuja dos padrões pré-determinados. A consequência dessas organizações esquizofrênicas da ciência gera o que Shiva chama de ‘monoculturas da mente’.

Ao ensinar ciências somos convidados, essencialmente, a dialogar sobre várias emergências criativas por parte dos alunos, o que permite a expressão de originalidades do pensamento. Fomentar um ensino de ciências “amplo e complexo” significa ultrapassar estas ‘monoculturas da mente’. Para isso, aventurar-se nas margens disciplinares, reordenando o que já se sabe, parece ser uma forma inovadora de construir um o conhecimento que ultrapasse a formalização dos currículos. Esta forma de inovação, dirá Gonçalves-

Maia, é “um exercício de pensamento original sobre conhecimentos anteriores”. Daí porque dialogar, trazer à tona, discutir e até mesmo refutar os conhecimentos já construídos “revela ambições de conhecer, ou melhor, de saber” (2011 p, 20).

Para este fim torna-se necessário problematizar a agenda de formação destes profissionais, tanto no que se refere ao *fazer* quanto ao *pensar* do professor. O ensino de ciências exige mais do que um profissional docente: exige um pesquisador que esteja familiarizado com o que entendemos por método científico, com os lugares de construção de conhecimento e de experimentação de ideias, com a linguagem técnica-científica e com a investigação do que identificamos como evidências.

Com vistas a desenhar provisoriamente essa nova agenda de formação, priorizamos aqui três eixos que consideramos fundamentais: *construir um novo perfil para o professor de ciências; redimensionar o conceito de laboratório; e reproblematicar a noção de evidência.*

Construir um novo perfil do professor de ciências

O debate sobre a formação do professor é, certamente, eixo fundador para fomentar abordagens mais amplas no ensino de ciências. Um dos maiores desafios dos currículos de formação continua sendo a criação e manutenção de uma simbiose entre as especialidades do conhecimento e a inteligibilidade dos saberes construídos. Como catalisador desta união aparentemente instável, a abordagem transdisciplinar parece ser uma estratégia indispensável, nutrindo a construção de laços entre as diferentes disciplinas e saberes (científicos ou de outras ordens).

Para Nicolescu, A transdisciplinaridade, como o prefixo trans indica, diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina. Seu objetivo é a compreensão do mundo presente, para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento (Nicolescu 2000, p. 46).

Na condição de professores de ciências, priorizar um ensino ‘amplo e complexo’, como sugere os PCN, significa nutrir o diálogo crítico sobre a finalidade e o conteúdo daquilo que nos é posto pelos programas didático-pedagógicos. Esta atitude é, sem dúvidas, transgressora, necessária e arriscada. A fuga do padrão cristalizado nos livros didáticos faz parte da postura investigativa do professor de ciências, o que ajuda a superar e não depender exclusivamente de explicações pontuais ou de programas disciplinares fechados. Esta transgressão, que no seu sentido original supõe *passar para o outro lado, atravessar*, requer ultrapassar uma realidade reduzida às dualidades disciplinares. Significa, também, adotar uma *atitude transdisciplinar* (Nicolescu 2003), visto que esta, por si só, “é uma transgressão generalizada que abre um espaço ilimitado de liberdade, de conhecimento e de tolerância” (Nicolescu 2000, p. 76).

Com efeito, qualquer conteúdo estudado separadamente não permite a integração entre seus diferentes conceitos, muito menos entre as demais disciplinas. Apesar do aspecto transdisciplinar possível às abordagens dos conteúdos das ciências, algumas estratégias de ensino tornam os conteúdos ainda mais isolados e difíceis de religar com outros saberes, até mesmo na mesma área do conhecimento. Trabalhar o conceito de gene em sala de aula é um bom exemplo desta situação de fragmentação. Entender a estrutura e função dos genes para muito depois tentar compreender a determinação das características nos seres vivos é, para muitos estudantes, uma abstração inconcebível.

Tomar como principal estratégia de ensino aulas descritivas com base em programas herméticos, ou seja, que parecem ter por si só uma finalidade conclusiva – como é muito comum nos programas

escolares de Biologia – torna a compreensão do conceito de gene, ou de qualquer outro, demasiadamente abstrata. Há, nestas situações, uma necessidade urgente de reproblematicar o que é pertinente para a formação crítica do sujeito: *a compreensão ampla dos sistemas vivos, de forma que faça sentido, também, para a sua vida, ou a sistematização de conhecimentos isolados como pré-requisito para exames e processos seletivos?*

Estas abordagens didáticas são, infelizmente, fragmentos de uma realidade maior: de forma generalizada, os currículos de ciências nas escolas circulam em torno de uma leitura superficial e compartimentalizada do conhecimento científico. Mas porque isso acontece?

Vale lembrar que o ensino de ciências se dá por meio de uma aproximação do conhecimento científico, e que a partir dele estruturamos seus conceitos e conteúdo. A produção científica de forma *lata* está circunscrita em grupos de interesse cada vez mais restritos, gerando conhecimentos específicos cada vez menos próximos, de difícil interação. A forma pela qual o conhecimento científico está sendo construído dificulta a abertura de espaços de troca e de diálogo com outros saberes. Isso faz com que, por conseguinte, o ensino de ciências torne-se fragmentado no que diz respeito à estruturação de seus conceitos e hermético no que diz respeito a outros saberes, inevitavelmente presentes e permeados nas salas de aula.

O ensino de ciências, principalmente durante as séries iniciais, compartilha o mesmo substrato de interrogações e curiosidades: o mundo natural. A Física, a Biologia e a Química estão interligadas, mesmo que utilizem lentes diferentes para problematizar seus objetos de estudo. Formas distintas de olhar sobre os fenômenos naturais. Os conhecimentos destas áreas disciplinares não apenas aproximam-se, mas se complementam.

A este respeito, o físico romeno Basarab Nicolescu, no seu livro *Manifesto da Transdisciplinaridade* (2000) argumenta que a visão científica clássica, em que dois pares antagônicos sempre se anulam não deve mais ser adotada como modelo cognitivo para compreender a Natureza. Para ele, os avanços da ciência, principalmente na física, na matemática e na lógica, apontam que mesmo antagônicos, as dualidades coexistem em níveis diferentes de realidade. A diversidade das ideias, ou seja, a coexistência de visões contraditórias pode e deve ser priorizada no ensino de ciências, a fim de somar em complexidade umas às outras. Para isso, diz ele:

Uma tarefa prioritária da transdisciplinaridade é a elaboração de uma nova Filosofia da Natureza, capaz de ser um mediador privilegiado do diálogo entre todos os campos do conhecimento (Nicolescu 2000, p. 10).

Neste cenário de diálogo sobre as múltiplas possibilidades de religação entre saberes, o físico Ilya Prigogine (2009) defende que a criatividade e a organização, sobretudo nos sistemas longe do equilíbrio, são características dos sistemas complexos. As propriedades intrínsecas da matéria são arcaicas, ou seja, são permanentes mesmo que estejam sempre em metamorfose e repercutem em várias estruturas: das rochas aos seres vivos. Tais conceitos, de organização e criatividade, que ganham destaque na obra de Prigogine, são inspiradores para compreender a dinâmica da Natureza viva, uma vez que fundam a compreensão de uma realidade longe do equilíbrio e da linearidade clássica newtoniana. Para Prigogine, o nosso universo

[...] parece ter algum parentesco com o livro das Mil e Uma Noites, nas quais Sherazade narra histórias que se ligam umas às outras: a história da cosmologia, a história da natureza, a história da vida, da matéria e das sociedades humanas (Prigogine 2009, p. 32).

O autor faz um alerta: somos nós, as futuras gerações, os responsáveis por “construir uma ciência que incorpore todos estes aspectos, porque, por enquanto, a ciência continua em sua infância” (Prigogine 2009, p. 17). Nossa geração tem diante de si a emergência de novos paradigmas científicos; a crise da concepção de verdade absoluta; e a responsabilidade da construção de uma ciência que se comprometa em submeter o conhecimento a condições de observação explícita, cujos enunciados não apresentem “a realidade necessariamente como ela é, mas apenas como podemos supô-la” (Gonçalves-Maia 2011). Seria, certamente, uma atitude sábia problematizar o alerta de Prigogine como ponto de reflexão desde os lugares estratégicos na formação dos futuros professores/cientistas: os cursos de licenciatura. Quais são as estratégias e os saberes necessários para fomentar a formação desta nova ciência? De que forma minimizar o fenômeno que Nicolescu (2000, p. 37) chama de “Big-Bang disciplinar”? Como religar o que já foi cindido?

Um dos grandes desafios do nosso século, marcado por um paradigma informacional que privilegia velocidade e quantidade de informações é, certamente, saber escolher e tratar bem estas informações, transformando-as em “conhecimento pertinente” (Morin 2005). Isso significa ler bem o nosso mundo. Portanto, é imperativo não se nutrir apenas de uma fonte, de um método, ou de um conjunto de valores já estabelecidos. Significa exercitar uma ecologia das ideias (Almeida 2008) a fim de evitar dualismos nocivos, que separem as compreensões e os diferentes saberes. O paradigma científico abrange diferentes níveis de realidade, que demandam diferentes níveis de compreensão. Assumir uma postura transdisciplinar que promova esta diversidade do conhecimento é, hoje, uma meta a ser assumida pelos professores de ciências.

Cabe a nós, educadores e cientistas, favorecer o que Ilya Prigogine (2002) chama em sua obra de *bifurcações e flutuações*, ou seja, pontos de metamorfose, de transformação, de mutação na construção do conhecimento, alimentados pela compreensão de uma Natureza viva, que não está posta ou pode ser compreendida totalmente em um único plano de realidade ou modelo teórico. Esta porção da cultura científica clássica, como explica Nicolescu, só foi cindido com os avanços da física de partículas. Para o autor, o maior impacto na cultura científica moderna foi sem dúvidas a revolução quântica que colocou em cheque a visão mecânica clássica, onde um único modelo poderia explicar o todo.

A física quântica nos fez descobrir que a abstração não é um simples intermediário entre nós e a Natureza, uma ferramenta para descrever a realidade, mas uma das partes constitutivas da Natureza. [...] A Realidade não é apenas uma construção social, o consenso de uma coletividade, um acordo intersubjetivo. Ela também tem uma dimensão trans-subjetiva, na medida em que um simples fato experimental pode arruinar a mais bela teoria científica (Nicolescu 2000, p. 25).

Não apenas no âmbito da física a compreensão mútua de pares antagônicos foi geradora de novos argumentos e abordagens de método. Na matemática e na lógica, modelos teóricos como a lógica do terceiro incluso também contribuíram para o nascimento de uma ciência menos fragmentada. Nas ciências Biológicas a emergência da vida é por si só uma expressão de dualidade. A vida é uma emergência de criatividade, motricidade e metamorfose no seio da Natureza. Mas é também, ao mesmo tempo, apenas uma continuidade histórica daquilo que é da ordem do não vivo. Compreender o limite tênue entre o vivo e o não-vivo, como propõe o bioquímico Henri Atlan (2001), vai além de uma noção funcional dos sistemas físico-químicos, estruturas proteicas complexas ou organizações macro-moleculares auto-replicantes.

Vivemos em um mundo dinâmico, que se renova e modifica a partir de processos diversos, alguns deles cíclicos outros descontínuos. Atlan (2004) argumenta que são estas constantes transformações que movem nosso mundo, e elas têm berço tanto nas relações biológicas quanto nas pré-biológicas que, apesar de suas diferenças evidentes, são historicamente complementares. Esta unidade histórica que nos ajuda a entender a narrativa da flecha do tempo é, por um lado, “pré-biótico que conduziu às origens da vida”, e, por outro, “biológico propriamente dito que produziu o aparecimento de novas espécies, inclusive a espécie humana” (Atlan 2001, p. 65). Para este autor é de fato difícil, e mesmo impossível, conceber um limite exato entre o que é da ordem do vivo e do não vivo. O biótico e o pré-biótico exprimem taxonomias operativas que favorecem uma lógica da compreensão dos fenômenos, mas exprimem também uma construção cognitiva inexacta, do ponto de vista da ontologia da realidade.

O nosso universo é múltiplo, em expansão. A Natureza é caracterizada por constantes transformações e níveis de realidade diferentes que coexistem entre si. A crescente e instigante compreensão dos sistemas complexos deixa claro o quão largo foram os abismos que construímos entre os saberes que sistematizamos sobre a Natureza. Parafrazeando Goethe, *a Natureza é o único livro que oferece um conteúdo valioso em todas as suas folhas*. As diferentes formas de representar o mundo fazem parte desta obra: são capítulos distintos de um mesmo grande livro da vida (Nicolescu 2000).

A compreensão complexa de um fenômeno parte sempre de uma observação rigorosa. A este respeito, um argumento fundador é expresso por Claude Lévi-Strauss (1976). Para ele, precisamos exercitar o olhar do geólogo que, ao observar uma simples falha em uma rocha, é capaz de tentar recompor toda a história do universo. Essa atitude é, essencialmente, transdisciplinar. Aqui, o geólogo se nutre da estratégia de um detetive: problematizar; duvidar; privilegiar a diversidade de suas fontes; desdobrar indícios, rastros e vestígios tendo sempre cautela em relação a tudo que se põe como evidente. Quanto a isso, trataremos mais à frente.

E quanto ao olhar do professor de ciências? Estaríamos presos demais às classificações taxonômicas ou viciados em modelos metodológicos e questões de vestibular? Sim e Não. Compreender e exercitar a atitude transdisciplinar que sugere ver a Natureza como um corpo vivo, que passa por constantes alterações, assim como estar aberto às reservas antropológicas de conhecimentos – sejam elas fragmentos das ciências ocidentais ou de saberes de outras ordens – são metas e desafios para um novo ensino, para uma nova formação e para a atuação profissional e investigativa do professor de ciências. Esse olhar de ordem crítica permite flexibilizar os imobilismos curriculares, além de ser um convite aberto à construção de um ensino mais “amplo e complexo”, como sugerem os PCN.

Redimensionar o conceito de laboratório

As teorias e conteúdos consagrados hoje pelas ciências formais que estão nos currículos e livros didáticos foram originados a partir de saberes igualmente sistematizados e organizados: conhecimentos locais construídos ao longo do tempo, testados e avaliados que acabaram sendo aceitos por um público maior, posteriormente. Muitos dos saberes paradigmáticos e universalizados pela cultura científica nasceram de experiências locais e singulares realizadas por sujeitos, muitas vezes anônimos, providos de curiosidade e inventividade na forma de compreender a Natureza.

Essas pessoas, ou intelectuais da tradição, mesmo não tendo frequentado escolas ou universidades constroem conhecimentos pertinentes sobre o mundo e sobre os fenômenos cotidianos a partir de sua experiência vivida. Apesar de diferentes dos conhecimentos científicos, são construídos com o mesmo rigor e sistematização.

“Filósofo da Natureza”, como tem sido chamado, Francisco Lucas da Silva (ou Chico Lucas), tem ensinado, a partir de uma ‘ecologia das ideias e da ação’, uma maneira transdisciplinar de compreender a Natureza. Talvez esse leitor do mundo exemplifique com os seus saberes o que Claude Lévi-Strauss denominou “uma ciência do sensível”, mais próxima da Natureza viva (Lévi-Strauss 1976).

Chico Lucas é morador da comunidade Areia Branca, Lagoa do Piató, localizada na região semiárida do Rio Grande do Norte, onde nasceu e vive até hoje. A partir dos ensinamentos de seu pai, o talento de Chico Lucas foi sendo tecido frente às necessidades e dificuldades do ecossistema da região. Saberes e técnicas oriundos de atividades como a pesca, caça, agricultura, construção de canoas e, principalmente, predição do tempo, constituem juntos domínios diversos dos saberes plurais construídos com o passar do tempo, como o próprio Chico Lucas confessa na obra *A Natureza me disse* (Silva 2008):

Eu sempre fui ligado às previsões de chuva e de seca. Isso eu aprendi com meu pai. Ele era um agricultor e sempre prestava atenção na natureza. A minha vivência foi no trabalho com ele, e eu toda vida tive a curiosidade de perguntar as coisas a ele. Quando tinha o formigueiro, e a gente estava trabalhando numa vazante, na pegado do inverno, e o formigueiro se retirava, ele dizia: “Vai chover. Eu vou parar o trabalho da vazante porque o inverno vai pegar”. Quer dizer, são essas coisas que eu prestei atenção e elas são, durante o tempo que eu venho observando, corretíssimas (Silva 2008, p. 30).

A narrativa de Chico Lucas mostra a riqueza de sua compreensão da Natureza, construída pacientemente pelo seu olhar atento para a diversidade de situações que encontra à sua volta. Mas não só. Às suas observações sistemáticas seguem-se sempre experimentações no amplo laboratório vivo do lugar onde mora, um laboratório a céu aberto. Nas palavras de Chico Lucas, sobre suas experiências:

A experiência do pescador, para saber se vai chover, é a curimatã ovar. No ano que é mau, ela só ova, aqui acolá, uma. E só de um lado. No ano que ela está esperando uma enchente grande, então, ela ova os dois lados. [...] A mesma coisa acontece com o peixe coró (Silva 2008, p. 38).

Com a idade que eu tenho, levei um tempo para observar as coisas, estudar o que eu via, mas isso foi o que eu estudei. O meu pai, nas bocas de noite, nessas noites de escuro na época de dezembro, que dava muito bem pra gente ver o carreiro, ele olhava e dizia: “É meu filho, em janeiro não vai chover porque o carreiro não está imitando”. [...] São essas coisas que a gente observa e que não estão na metodologia (Silva 2008, p. 31).

Dar voz a estes intelectuais e aos saberes que organizam significa nutrir o diálogo entre diferentes conhecimentos e compreensões da Natureza, atitude necessária à transdisciplinaridade (Nicolescu 2000). Construídos a partir da experiência vivida esses conhecimentos primeiros e experimentais permitem investigar a partir de outros lugares as formas e dinâmicas dos fenômenos vivos; os ecossistemas; os regimes das águas; a diversidade de interações e características dos sistemas naturais. Os intelectuais da tradição se valem de diferentes elementos do meio, “transitam por diferentes domínios – físicos, biológicos e culturais – para construir um conhecimento ecossistêmico” (Almeida 2007, p. 10) e utilizam as informações e instrumentos que estão ao seu alcance como seu laboratório.

Como Francisco Lucas da Silva, dezenas de intelectuais da tradição desenvolvem seu próprio laboratório a céu aberto e os saberes que organizam certamente têm muito a acrescentar a um ensino de ciências transdisciplinar e capaz de dialogar com conhecimentos construídos por métodos e experiências diferentes das suas próprias.

Para Villani e Pacca (1997), a finalidade do ensino de ciências é a de “aproximar o estudante do conhecimento científico continuamente reformulado e aumentado” no qual a “atuação do professor deve ser coerente com este propósito” (Villani e Pacca p. 6). Mas, além disso, é necessário que a ecologia de saberes e interesses que permeiam a sala de aula sejam levados em conta. Para isto, torna-se necessário abrir nossa “caixa de ferramentas” (Latour, 2000) e vasculhar os subsídios didático-teóricos necessários para esboçar esta caminhada. Mas como?

Quando o fio condutor para tecer as estratégias das aulas parte da curiosidade e das experiências vividas que os estudantes trazem para sala é notável a efervescência das ideias. Uma ótima oportunidade para degustar esta estratégia de construção da curiosidade é trabalhar o conhecimento científico a partir dos questionamentos que são postos à mesa. Esses espaços híbridos experimentais, como laboratórios, podem ser construídos em sala de aula ou em qualquer lugar onde haja diálogo, experimentação e construção de saberes. Privilegiar os conhecimentos vividos a partir da experimentação, nestes espaços híbridos, é uma forte axiomática para pensar a construção social de uma ciência, de fato, pertinente (Almeida 2007).

O conceito de *Laboratório* pode servir como operador cognitivo para pensar melhor sobre estes espaços de experimentação no ensino de ciências. Para Bruno Latour e Steve Woolgar (1997), longe de se restringir à concepção habitual entre cientistas, que diz respeito ao lugar onde se fazem experimentos controlados, o laboratório passa a ser concebido como todo e qualquer lugar de manipulação de informações e dados, com vistas a produzir conhecimento novo.

O laboratório apropria-se do gigantesco potencial produzido por dezenas de outros domínios de pesquisa, tomando emprestado um saber bem instituído e incorporando-o sob a forma de uma aparelhagem ou de uma sequência de manipulações (Latour and Woolgar, 1997, p. 66).

Os instrumentos do laboratório nesta concepção não são fixos, eles variam. Não necessariamente precisa-se de pipetas ou bicos de Bunsen para realizar um experimento. Em seu estudo Latour irá relatar alguns instrumentos que constituíram o seu laboratório de pesquisas em certa ocasião. Para ele, instrumentos simples como uma mesa podem tomar um significado maior na construção comum de ideias e conhecimento. Em sua pesquisa,

A mesa surge como o eixo central de nossa unidade de produção, uma vez que é sobre ela que se fabricam novos esboços de artigos, por justaposição dos dois tipos de literatura: a que vem do exterior e a produzida no laboratório (Latour e Woolgar 1997, p. 40).

Assim como o laboratório a céu aberto de Chico Lucas, o trabalho com tabelas, as discussões teóricas, os diálogos entre profissionais de diferentes áreas e o debate sobre a reorganização do pensamento científico, configuram esta nova concepção de laboratório (Latour, 2009; Latour and Woolgar 1997). Essa nova significação da palavra pode cumprir hoje, na ciência, o papel de religar cientistas, professores e pesquisadores de pertencimentos e áreas diferentes em atividades de cunho transdisciplinar.

A partir desta matriz epistemológica, o conceito de Laboratório de Latour ganha significado. A compreensão transdisciplinar dos fenômenos, as explicações contextualizadas e a integração com outras formas de pensar sobre a natureza, em suas múltiplas representações, podem ser vistas como estratégias para diminuir cada vez mais o abismo entre disciplinas e saberes.

Problematizar a noção de evidência

Mesmo por meio de diferentes lentes, o pensamento científico sistematiza as formas de compreender e organizar as informações utilizando-se de estratégias semelhantes. Dentro destes padrões estratégicos de método científico, podemos destacar a noção de evidência como um dos principais protocolos do paradigma científico atual.

Isso quer dizer que tudo que se diz sobre o mundo só pode ser compreendido como científico se é respeitado o protocolo de tornar evidente. Em outras palavras, só é compreendido como científico aquilo que a comunidade de iguais, a comunidade científica, aceita como uma demonstração evidente, de fatos científicos.

Para que o conhecimento se desdobre e ganhe em riqueza de sentidos e interpretações, este não pode depender de explicações pontuais ou de uma realidade unidimensional, como na visão clássica. Explico. Um mesmo evento, evidente para um grupo de cientistas, pode adquirir semblantes interpretativos totalmente diferentes de acordo com o meio ambiente, da teoria da qual se faz uso para compreender o fenômeno entres outras variáveis. O neurologista e etólogo francês Boris Cyrulnik defende estas ideias e, através de seus estudos sobre o comportamento animal, explica quais são os perigos de chegar a conclusões rápido demais, a partir do que se supõe que é evidência (Cyrulnik 1993, 2006).

Um bom observador, explica o autor, não pode se precipitar à eminência de resultados conclusivos ou de explicações pontuais. É extremamente perigoso deduzir, explicar e concluir cedo demais, sendo exatamente estas atitudes intelectuais aquelas das quais devemos desconfiar mais.

O etólogo nada mais é, nas palavras do próprio autor, que um observador, e este, assim como qualquer cientista, deve possuir duas qualidades fundamentais. A primeira de todas é a preguiça. O bom observador precisa ser paciente, esperar cuidadosamente a possível emergência do novo, e analisar o mesmo evento em tempos e situações distintas. É neste compasso que treina seu olhar, seu tato, seu olfato para não ser seduzido por evidências conclusivas, resultando em dualismos ou fragmentações do pensamento. A segunda qualidade do bom observador é a constância. O observador precisa ser persistente. Só assim poderá se debruçar-se em todos os detalhes novos ou já conhecidos. Isso o ajudará a construir um cenário mais amplo sobre o que ele quer conhecer.

Dando mais densidade a sua tese, Cyrulnik exemplifica como as formas de compreender um fenômeno, o que ele chama de 'semblantes interpretativos', podem ser modificados de acordo com o meio ambiente e com o observador. Para isso, faz uso da experiência de R. Thomson e R. Melzack, do Instituto MacGill em Montréal (Cyrulnik 1993). Exponho a situação narrada pelo autor.

Os pesquisadores referidos, interessados no estudo do comportamento animal, haviam criado cães da raça *scottish-terriers* segundo o método *Gaspar Hauser*, que consiste em uma forma de criação totalmente isolada do contato com qualquer outro animal. A escolha pelos cães dessa raça se deu porque são animais capazes de resistir a muitas agressões psíquicas, ou de psiquismo rude, como diz o termo técnico. No entanto, o método escolhido para criar estes cães é uma agressão na qual nenhum ser vivo fica ileso:

[...] Os animais são alimentados através de alçapões deslizantes enquanto dormem, e a jaula é limpa enquanto comem. Além disso,

estão reunidas as condições para uma boa criação: a temperatura é moderada, os alimentos excelentes, o espaço confortável. O animal vive totalmente só, num hotel cuidadosamente mantido (Cyrulnik 1993, p. 30).

Passados vários meses sob estas condições, os pesquisadores convocaram um grupo de psicólogos para fazer uma análise nos cães submetidos ao método *Gaspar Hauser* e cães criados fora do regime de confinamento. Caberia a eles diagnosticarem qual grupo de cães apresentava o comportamento mais sociável.

O primeiro grupo de cães apresentado aos psicólogos foi o de cães criados através do método *Gaspar Hauser*. Os animais que tinham sido isolados apresentavam um comportamento exploratório frenético. Na presença dos seres humanos, esse grupo de cães mostrava-se excessivamente amoroso e receptivo. Abanavam sem parar a cauda e deitava-se com a barriga para cima a procura de carinho.

O segundo grupo apresentado foi o de cães criados em liberdade. Os animais quando expostos, analisavam tranquilamente as informações novas e adaptavam-se rapidamente, recebiam sem nenhum alarde os psicólogos e se punham a cuidar de seus assuntos de cão.

Ao fim da experiência, o relatório dos psicólogos foi o seguinte: obviamente, diziam eles, o primeiro grupo de cães é muito mais sociável que o segundo, por que interagiu mais com os humanos, demonstrou afetividade e mantiveram-se sempre perto dos visitantes. Ora, foi justamente o primeiro grupo de cães, aqueles criados em confinamento (método *Gaspar Hauser*) ao qual os psicólogos julgaram mais sociáveis. A evidência do comportamento eufórico e amigável desses cães foi significada como índice de sociabilidade.

O que na verdade acontecia, era que os cães criados com o método *Gaspar Hauser* não tinham familiaridade com novas informações vindas do meio ambiente, então se punham a explorar freneticamente, e, por sua vez, os cães criados normalmente já tinham familiaridade com o tratamento de novos estímulos e informações, agindo de forma tranquila. Por outro lado, os cães criados no confinamento tinham necessidade excessiva de afeto por que eram privados de qualquer tipo de contato.

Sobre isso, Cyrulnik argumenta que "o observador ingênuo terá tendência para atribuir as suas próprias sensações, exprimindo sua concepção de mundo, ao passo que os cachorros terão, apenas, vivido uma aventura social" (Cyrulnik 1993, p. 31).

O observador pode modificar o sentido daquilo que se observa, pode imputar sentido e defender como evidências fragmentos e vestígios do fenômeno que observa em função da coerência com a teoria que defende, aceita. O bom observador desconfia do que supõe que sejam evidências e toma cuidado para não concluir apressadamente sobre qualquer nova descoberta. Cyrulnik conclui, ao fim de seu estudo, que "a evidência não é evidente" (1993, p. 31).

Em outro cenário da ciência, o mesmo argumento tecido a partir dos estudos de Boris Cyrulnik se mantém. Ao tentar provar como era gerada a vida, as experiências de Johan Needham foram mais do que suficiente para deixá-lo convencido de que microorganismos surgiam espontaneamente dentro de um frasco de vidro. Era evidente! Até que o fisiologista italiano Lazzaro Spallanzani repetisse seu experimento, apenas aumentando a temperatura e fervendo a solução, para concluir que nenhuma vida surgia do nada, afinal de contas (Oparin 1957).

Para uma agenda mais ampla para o ensino de ciências e biologia

Aceitar superficialmente que o que vemos e o que mensuramos se expressa por uma evidência que comprova um fenômeno é perigoso para a construção do conhecimento científico e, no mesmo sentido, para o ensino de conceitos científicos. A dúvida e a crítica sobre a forma pela qual o conhecimento é elaborado configuram-se, aqui, como um princípio pedagógico importante para o ensino de ciências nos moldes transdisciplinares. Compreender como o saber científico dialoga com os fenômenos e com os homens que fazem ciência traz para uma esfera mais palpável e próxima da realidade social dos estudantes os conceitos de difícil assimilação.

Duvidar das evidências e adotar uma postura investigativa durante as aulas de ciências são, nesta perspectiva, ferramentas importantes para nutrir efetivamente espaços investigativos de experimentação e construção comum de saberes, o Laboratório Vivo. Esta atitude possibilita ultrapassar as fragmentações dos conceitos já consagrados pelo consenso científico e permite que estudantes e professores exercitem sua postura investigativa, atitude necessária para um pensamento científico sempre aberto a novas investigações, entendimentos e compreensões.

Esses pontos ajudam a pensar a formação científica e permitem trabalhar as possibilidades transdisciplinares dos saberes construídos dentro da ciência formalizada como, também, fora dela. Poderíamos pensar a transformação curricular nessa área por meio de uma estratégia policêntrica. Para alavancar tal horizonte é importante investir na formação dos professores de ciências; aprender com outras representações e interpretações distintas da ciência hegemônica; e ter como meta uma aprendizagem entre culturas investigativas diversas.

Vivemos em um mundo de contrastes, onde dialogam saberes, valores e interesses de diversas ordens. Aproximar, sem compactar, as singularidades e compreensões sobre uma mesma Natureza, que é ao mesmo tempo diversa, “parece ser o desafio de uma nova cosmologia dos saberes humanos, ou seja, de uma ciência da complexidade” (Almeida 2010, p. 55). Tendo por base as múltiplas compreensões e nas incertezas do real é possível subsidiar uma educação verdadeiramente formadora e autônoma, defensora das diferentes formas de olhar e explicar a Natureza.

Aliado a este novo estilo intelectual múltiplo e híbrido, podemos discutir práticas investigativas igualmente múltiplas e flexíveis. De modo sintético, elencamos a seguir algumas estratégias que podem funcionar como operadores cognitivos para uma formação docente com vistas à prática da diversidade investigativa:

Revisitar as grandes descobertas científicas. Estudar o contexto e as implicações científicas/sociais das grandes construções teóricas e metodológicas da ciência ajuda a mostrar o caráter humano onde a ciência é gerada. Livros seminais como *A Parte e o Todo* de Werner Heisenberg e *A Origem das Espécies* de Charles Darwin exemplificam em detalhes como se deu a construção das ideias que costumamos ter acesso apenas em seu estágio final. Contextualizar o fazer científico, a construção empírica, os ambientes, e as relações pessoais é adicionar riqueza e significado no ensino de ciências. Incentiva os alunos a recriarem as experiências seguindo suas próprias pistas e fragmentos investigativos.

Socializar os conhecimentos por meio de painéis em sala de aula. A construção de painéis ou de seminários para explicar como se deu a arquitetura de uma teoria científica acaba tornando-se uma aula de história, ciências, filosofia e matemática.

Problematizar o óbvio que já é tido como evidente. Aulas que problematizem conceitos bem diluídos popularmente e questionem por que são são. Além de instigar o raciocínio crítico sobre os fenômenos naturais, abre novas janelas de possibilidades para abordar as temáticas em sala de aula, tendo como ponto de partida o conhecimento trazido pelos alunos, aquilo que os move.

Dar vida aos laboratórios além dos muros da escola. Os espaços de construção do conhecimento podem ser organizados aonde houver interrogações. Abrir espaço para investigar as dúvidas dos alunos pode tornar-se experiências com meses de duração. A cada novo vestígio ou conhecimento construído sobre o fenômeno estudado, mais questionamentos irão emergir. Por exemplo, o terreno baldio do lado da escola tem uma mata de transição muito rica, mesmo servindo de depósito de lixo. Por que isso acontece? De um simples questionamento, este *laboratório* na aula de biologia, transforma-se em um estudo que envolve noções de geologia, ciclos biogeoquímicos, a educação ambiental, entre outros.

Religar saberes. No mesmo sentido dos *laboratórios*, a aproximação de problemas ‘eminente’ sociais também pode ser ótimos fios condutores para as aulas de ciências. Religar os saberes significa instigar os estudantes a investigar a gênese dos problemas e as possíveis soluções. Problemas locais como a infestação de mosquitos no bairro, uma rede hidráulica quebrada ou, até mesmo, o engarrafamento nas ruas são propostas para problematizar o ciclo de reprodução dos insetos; o conceito de pressão e as propriedades da água; e a troca de gases na atmosfera.

Desconfiar do que é evidente, do que se consagrou como óbvio, incontestável e verdadeiro; e daquilo que se tornou padrão, é o que movimenta o pensamento científico e nutre as grandes descobertas. A audácia de homens como Galileu Galilei, Lazzaro Spallanzani, Gregor Mendel e Charles Darwin por duvidarem do óbvio e do que era estabelecido como evidente para suas épocas, trouxe contribuições incomensuráveis ao desenvolvimento da medicina, ciências biológicas, genética e ciências químicas atuais.

É a partir deste conjunto de argumentos que propomos pensar nossa prática como professores de ciências e uma nova agenda para os cursos de formação de professores. De forma análoga, as duas qualidades de um bom observador, como proposto por Cyrulnik, são, também, as de um bom professor de ciências que, além de ser um observador dos fenômenos naturais, é um mediador de saberes que precisa sempre adequar-se ao novo, isto é, se munir da criatividade, recriar e manter em combustão o interesse dos estudantes para perto do conhecimento.

Um dos grandes desafios do nosso século é saber escolher e tratar bem as informações, transformando-as em conhecimento pertinente. Em outras palavras, ler bem o nosso mundo é essencial para a construção de interrogações que o mova. Exercitar uma ecologia das ideias a fim de evitar dualismos que separem as compreensões e os diferentes saberes é, hoje, uma meta a ser assumida pelos educadores.

REFERÊNCIAS

Almeida MDCD. 2007. Para Pensar Bem. In Silva FLD (Ed.), *A Natureza me disse*. Natal: Flecha Do Tempo.

- Almeida MDCD. 2008. Complexidade e Ecologia das Ideias. In Almeida C & Petraglia I (Eds.), **Estudos de Complexidade 2**. São Paulo: Xamã.
- Almeida MDCD. 2010. **Pensamento do Sul como Reserva Antropológica**.
- Atlan H. 2001. Viver e Conhecer. **Cronos. Revista do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais da UFRN**, 2(2).
- Atlan H. 2004. **A Ciência é Inumana? Ensaio Sobre a Livre Necessidade**. São Paulo: Cortez Editora.
- Cyrułnik B. 1993. **Memória de Macaco e Palavras de Homem**. Lisboa: Instituto Piaget.
- Cyrułnik B. 2006. **Falar de Amor à Beira do Abismo**. São Paulo: Martins Fontes.
- Gonçalves-Maia R. 2011. **Ciência, Pós-Ciência, Metaciência: Tradição, Inovação e Renovação** (1ª Edição Ed.). São Paulo: Editora Livraria Da Física.
- Latour B. 2000. **Ciência em Ação: Como Seguir Cientistas e Engenheiros Sociedade Afora**. São Paulo: Unesp.
- Latour B. 2009. **Jamais Fomos Modernos: Ensaio de Antropologia Simétrica** (Segunda Edição Ed.). Rio De Janeiro: Editora 34.
- Latour B. & Woolgar S. 1997. **A Vida de Laboratório: A Produção dos Fatos Científicos**. Rio De Janeiro: Relume & Dumará.
- Lévi-Strauss C. 1976. **O Pensamento Selvagem**. São Paulo: Companhia Editora Nacional.
- MEC/Brasil. (2006). **Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**.
- Morin E. 2005. **Educação e Complexidade: Os Sete Saberes e Outros Ensaio** (3ª Edição Ed.). São Paulo: Cortez.
- Nicolescu B. 2000. **Manifesto da Transdisciplinaridade**. Brasília: Unesco.
- Nicolescu B. 2003. Morte e Ressurreição da Natureza. In Almeida MDCD, Knobbe M e Almeida AM (Eds.), **Polifônicas Idéias**. Por Uma Ciência Aberta. Porto Alegre: Editora Sulina.
- Oparin AI. 1957. **The Origin Of Life On Earth** (Terceira Edição Ed.). Nova York: Academic Press Inc.
- Prigogine I. 2002. **Do Ser Ao Devir. Nome De Deuses. Entrevistas A Edmond Blattchen**. São Paulo: Editora Da UNESP.
- Prigogine I. 2009. **Ciência, Razão E Paixão** (2 Ed. Rev. E Ampl. Ed.). São Paulo: Livraria Da Física.
- Shiva V. 2003. **Monoculturas da Mente. Perspectivas da Biodiversidade e da Biotecnologia**. São Paulo: Gaia.
- Silva FLD. 2008. **A Natureza me disse**. Natal: Flecha Do Tempo.
- Villani A & Pacca JLDA. 1997. Construtivismo, Conhecimento Científico e Habilidade Didática no Ensino de Ciências. **Revista Da Faculdade de Educação**, 23.