NASCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA MODERNA E SEUS DESDOBRAMENTOS PARA A CONTEMPORANEIDADE

LF
EDITORIAL

Itana Stiubiener
Luciana Zaterka
(Org.)

NASCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA MODERNA E SEUS DESDOBRAMENTOS PARA A CONTEMPORANEIDADE

Anderson Orzari Ribeiro
Bruno Nadai
Luciana Zaterka
Luiz Carlos da Silva Rozante
Maria Teresa Carthery-Goulart
Paula Ayako Tiba
Paula Homem de Mello
Renato Rodrigues
Ronei Miotto
Sandra Maria Pastro
Sara Cristina Pastro Stevani
Vani Xavier de Oliveira Junior

LF
EDITORIAL
2018

Copyright © 2018 Editora Livraria da Física
1ª Edição

Direção editorial: José Roberto Marinho

Revisão: Paula Santos
Capa: Fabrício Ribeiro
Projeto gráfico e diagramação: Fabrício Ribeiro

Edição revisada segundo o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Nascimento e desenvolvimento da ciência moderna e seus desdobramentos para a contemporaneidade / Itana Stiubiener; Luciana Zaterka (Org.). – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

Luciana Zaterka et al.
ISBN 978-85-7861-534-5

1. Ciências naturais 2. Tecnologia 3. Estudo e ensino 4. Formação de professores I. Título.

CDD-507.2

Índices para catálogo sistemático:
1. Ciências naturais 507.2

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora.
Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107 da Lei Nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998

Editora Livraria da Física
www.livrariadafisica.com.br

SUMÁRIO

Prefácio 9
Luiz Bevilacqua

Apresentação 11
Itana Stiubiener

1. Princípios Epistemológicos como Instrumento Privilegiado para Formação de Professores 19
Luciana Zaterka

2. Ética na Sala de Aula de Ciências 35
Bruno Nadai e Luciana Zaterka

3. Filosofia da Tecnologia: um Panorama com Apontamentos para a Educação 59
Renato Rodrigues Kinouchi

4. Ciência e Meio Ambiente 77
Anderson Orzari Ribeiro

5. Cosmologia: o Homem e o Universo 95
Ronei Miotto

6. Neuroeducação em foco 109
Maria Teresa Carthery-Goulart, Paula Ayako Tiba

7. Relatividade e Física Quântica no Cotidiano 125
Ronei Miotto

8. Teoria dos Conjuntos: uma experiência formativa 135
Luiz Carlos da Silva Rozante

9. Metodologia da Pesquisa Científica 147
Paula Homem de Mello

10. A Tutoria na UFABC: uma experiência enriquecedora 155
Vani Xavier de Oliveira Junior, Sandra Maria Pastro, Sara Cristina Pastro Stevani

Os autores 177

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Secretaria Municipal de Educação de São Paulo e à Prefeitura Municipal de Educação de São André pela parceria e pela confiança nesse projeto inovador e pautado num ideal de formação universal.

Agradecemos à Universidade Federal do ABC por acreditar e propiciar o encontro das várias áreas do saber, que puderam atuar, por meio de alguns de seus professores, de forma colaborativa, criando um espaço de convivência e discussão, de fato, interdisciplinar.

Agradecemos a todas e todos que direta ou indiretamente auxiliaram na execução do projeto de formação e do livro, em especial, à Carla Oliveira, Joane Vilela Pinto, Jeane de Jesus Zanetti Garcia e Raquel Fermiano Saunier Martins.

DEDICATÓRIA

Dedicamos este livro à nossa querida Selma Rocha, pois sem a sua preciosa contribuição não teria alcançado a sua dimensão epistêmica, histórica e humanística.

PREFÁCIO

Este volume representa uma das portas da UFABC para levar à sociedade a sua contribuição direta à educação secundária. O compromisso com a sociedade que contribui para sustentar as universidades públicas brasileiras vai além da formação de profissionais nos diversos ramos de atividades que requerem curso superior, vai além de formar pesquisadores, mestres e doutores para atuarem nas universidades e institutos de pesquisa e fazerem avançar o conhecimento científico e tecnológico. O compromisso da universidade, particularmente nos dias de hoje, requer uma interação maior com certos setores sociais afins à competência e missão universitária.

Um deles é a colaboração na melhoria do ensino fundamental e médio no Brasil e em particular na grande região do ABC, em se tratando da UFABC. O presente volume resume as atividades desenvolvidas com professores do ensino fundamental e médio em temas atuais, polêmicos em certos casos, pois o conhecimento tem muitas portas abertas e tem que ser assim. Os assuntos tratados procuraram abranger um leque bastante amplo que cobre as várias formas de saber desde o mais próximo ao puramente racional até o mais perto do transcendental. É importante que se apresentem e se discutam os critérios de certezas e de incertezas pelos quais caminhamos e que se distingam as metodologias de abordagem próprias a cada tema. Estimular a discussão sem preconceitos, permitindo a exposição livre de ideias sustentadas por argumentos racionais, é essencial para que se possa progredir na solução de problemas que vêm desafiando nossa sociedade. Distinguir fatos de opiniões é um primeiro passo para uma trajetória segura para responder a certos desafios. Admitir que não existem soluções únicas para um grande conjunto de assuntos é outro requisito básico para se chegar a acordos plausíveis e aplicáveis. Outro componente importante que se nota no testemunho revelado em vários textos é o componente histórico. De fato sem história perde-se uma grande contribuição de experiências acumuladas, de construções e desconstruções do processo de transformação que nos trouxe às condições de existência em que estamos imersos.

Em vários dos textos estão descritas as polêmicas deflagradas por alguns temas. Os testemunhos dos expositores revelam ainda que brevemente o

interesse dos participantes em debaterem tópicos candentes e eventualmente sem soluções simples e definitivas. O objetivo principal do curso vai além da exposição de metodologias e processos pedagógicos, abordando a essência das ideias que sustentam os temas expostos. A preocupação principal é estimular o desenvolvimento da capacidade de contribuir para o avanço do conhecimento, abandonando a prática de apenas repetir o que já está na prateleira das bibliotecas e livrarias. O exemplo dado pelos professores é pedra fundamental no processo de ensino-aprendizagem. Sem o exercício do poder de crítica formam-se repetidores jovens que aceitam ideias com base no argumento da autoridade. O caminho do saber é árduo, exige testes de coerência, isenção de preconceitos e uma grande disposição para chegar tão próximo quanto possível da melhor solução.

Pode-se depreender de todos os textos a intensa interação entre os expositores e os participantes, assim como entre os participantes entre si. Destacam-se as exposições "Ética na sala de aula" e "Princípios epistemológicos como instrumento privilegiado para a formação de professores". São textos muito bem escritos que exploram, entre outras coisas, o processo evolutivo de conceitos usados hoje, mas que foram propostos em conjunturas totalmente diversas. A apresentação do teorema de incompletude de Gödel na disciplina Teoria dos Conjuntos, cuja prova na realidade merece um livro, é importante para pôr limites às provas que recorrem à lógica formal. Trazem inclusive o desafio intrínseco à sua própria "demonstração".

A maioria do material que compõe o livro procura colocar os participantes numa altura tal que eles sejam capazes de observar com independência intelectual os horizontes dos diversos ramos do conhecimento.

Excelente iniciativa, organizada pelas professoras Itana Stiubiener e Luciana Zaterka, que deve ser aprimorada e repetida com o suporte dos professores da UFABC.

Luiz Bevilacqua
IEA/USP
São Paulo, fevereiro 2018

INTRODUÇÃO

Itana Stiubiener[1]

Este livro relata a experiência de um programa de formação continuada para professores da Secretaria Municipal de Educação do Município de São Paulo (SME), ofertado pela Universidade Federal do ABC, que foi planejado como uma versão possível do curso regular de Especialização em Ciência e Tecnologia.

E por que é relevante e significativo retratar essa experiência? Quais são as características e elementos tão diferentes nessa oferta?

Para tentar responder essas questões é necessário relatar a história da concepção desse curso, que se iniciou há oito anos e que em vários momentos se confunde com a própria história da Universidade Federal do ABC (UFABC).

A UFABC foi criada em julho de 2005, no contexto do programa de expansão universitária que ocorreu no sistema universitário federal, precursor do programa federal de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI)[2]. É uma universidade que tem nos princípios norteadores de seu projeto pedagógico características inovadoras em relação às universidades tradicionais, tanto no Brasil como no mundo.

O avanço científico e tecnológico observado ao longo dos últimos 70 anos tem aberto novas áreas do conhecimento e apontado para novos desafios, que a abordagem disciplinar tradicional não é capaz de responder.

Esses desafios estão presentes nas mais variadas áreas do saber, tanto nas ciências básicas como nas ciências aplicadas e nas ciências sociais. Nesse sentido, a capacidade de diálogo entre as diversas áreas do conhecimento é, mais

1 Professora Associada, Centro de Matemática, Computação e Cognição, Universidade Federal do ABC(UFABC), Brasil, itana@ufabc.edu.br

2 http://reuni.mec.gov.br.

do que nunca, uma habilidade estruturante para qualquer profissional e tornaram-se prerrogativas para os princípios norteadores do Projeto Pedagógico da UFABC.

Alguns desses princípios relevantes para o contexto deste livro são:

- Interdisciplinaridade,
- O ingresso dos estudantes na universidade e não em um curso específico,
- Liberdade de escolha dos alunos,
- Trajetórias individualizadas,
- Estrutura administrativa não departamentalizada.

De forma a facilitar o encontro das diversas áreas do conhecimento, a UFABC estruturou-se em três centros administrativos, sem as divisões clássicas dos departamentos, propiciando a interação entre os pesquisadores das diversas áreas do conhecimento, a saber:

- CECS – Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas,
- CMCC – Centro de Matemática, Computação e Cognição,
- CCNH – Centro de Ciências Naturais e Humanas.

A convivência entre profissionais desses três Centros contribuiu para a implantação da matriz curricular do curso: Bacharelado em Ciência e Tecnologia (BCT), na época o principal curso da UFABC e única forma de ingresso dos alunos na universidade. Essa convivência propiciou que professores com distintas formações e linhas de pesquisa se dedicassem à elaboração das disciplinas que compõem a matriz do BCT, cujas ementas e conteúdos apresentam uma abordagem fortemente conceitual e interdisciplinar, característica que entende-se necessária para qualquer profissional no início deste século.

É importante detalhar brevemente alguns dos princípios norteadores que estão contemplados no BCT, uma vez que também estruturam o curso de Especialização em Ciência e Tecnologia.

Um deles refere-se à liberdade de escolha de nossos alunos de decidirem e conduzirem sua própria formação, liberdade essa que exercem praticamente no momento de seu ingresso na universidade.

Essa característica, além de respeitar as preferências individuais, reconhecendo que os indivíduos são diferentes e portanto não têm os mesmos gostos e aptidões, desenvolve desde muito cedo nos nossos estudantes a responsabilidade por suas escolhas e os estimula no processo de tomada de decisão e controle de suas vidas, amadurecendo-os não somente para a vida pessoal como para a vida profissional, uma vez que ao saírem da universidade já estão habituados a tomar decisões, tornando-se profissionais mais confiantes e autônomos.

Essa liberdade de escolha se dá à medida que os estudantes avançam no curso BCT, cuja matriz curricular está distribuída e definida com as seguintes prerrogativas:

- 46% das disciplinas do curso são obrigatórias,
- 30% das disciplinas são de opção limitada, isto é, os alunos têm liberdade de escolher disciplinas pertencentes a um conjunto de disciplinas previamente aprovadas e
- 24% de disciplinas de opção livre, nas quais os alunos têm liberdade de escolher tanto do catálogo de disciplinas da UFABC quanto podem escolher disciplinas ofertadas em outras instituições.

Os conteúdos relativos aos 46% das disciplinas obrigatórias estão distribuídos nos seguintes eixos do conhecimento:

- Estrutura da matéria,
- Processos de transformação,
- Energia,
- Representação e Simulação,
- Informação e
- Humanidades.

No início de 2007, em plena discussão da matriz curricular do BCT, ocorreu a segunda chamada do programa do Governo Federal intitulado Universidade Aberta do Brasil (UAB)[3] que tem como missão principal levar o ensino público, gratuito e de qualidade ao interior do país e fomentar a formação de professores.

3 http://portal.mec.gov.br/uab.

Em atendimento a essa chamada, foi proposto o curso de Especialização em Ciência e Tecnologia (ECT), na modalidade a distância, com várias características similares ao BCT e com três eixos estruturantes:

- Eixo das Ciências Sociais e Filosofia,
- Eixo das Ciências Naturais,
- Eixo das Ciências Formais.

Os alunos devem necessariamente escolher pelo menos uma disciplina de cada um dos eixos, e também escolher as disciplinas restantes para complementar o mínimo legal necessário dentre as que compõem o curso, apresentadas a seguir:

- Teoria de Conjuntos
- Física Quântica e Relatividade no cotidiano
- Modelagem matemática
- Modelagem matemática aplicada aos sistemas biológicos
- Cosmologia: o homem e o universo
- Introdução à nanociência e nanotecnologia
- Fundamentos da biotecnologia
- Ética
- Introdução à antropologia
- Lógica e Pensamento Científico
- Metodologia Científica
- Comunicação, Linguagem e Novas Tecnologia
- Divulgação Científica
- Modelagem matemática
- Modelagem matemática aplicada aos sistemas biológicos
- Química do Cotidiano
- Química Divertida
- Introdução à nanociência e nanotecnologia

- Visão Crítica da Biotecnologia

O programa de formação relatado neste livro, constituído por um subconjunto de disciplinas do curso ECT, refere-se a oferta das primeiras 12 (doze) disciplinas das 18 (dezoito) apresentadas anteriormente e sua concepção baseou-se na perspectiva de formação individual dos alunos.

Essa concepção foi focada no indivíduo, no alargamento de suas experiências e ampliação de sua visão de mundo, priorizando conceitos em áreas da Ciência, História da Ciência e Filosofia, de forma a capacitar os alunos-professores, professores da rede de ensino em todos os níveis, desde professores da creche até do Ensino Fundamental 2, a trabalharem com seus alunos de forma autônoma, habilitando-os a proporem novas estratégias e abordagens pedagógicas aos desafios que encontram no seu dia a dia. Partiu-se da prerrogativa de que, independentemente da formação acadêmica individual de cada um, os indivíduos têm total capacidade de adquirir novos conhecimentos, de estudar novos conceitos e cultivá-los em seu dia a dia.

Os conteúdos escolhidos para essa formação basearam-se no entendimento da importância do contato dos alunos-professores com o estado da arte das ciências e com o desenvolvimento dos conceitos estruturantes que levaram a civilização aos conhecimentos atuais, sempre reforçando a compreensão das condicionantes históricas das descobertas e definições mais significativas para os temas abordados.

Similarmente à visão inicial da implantação do Projeto Pedagógico da UFABC, houve o reconhecimento e a diretriz nessa formação de que não é suficiente formar um indivíduo somente em um conjunto de conteúdos específicos, imaginando que isso bastará e será suficiente para prepará-lo para a sua vida e para toda a sua trajetória profissional. Além do conhecimento imenso que a sociedade adquiriu e adquire a cada dia, a velocidade com que esse conhecimento avança não permite prever o que será necessário num curto intervalo de tempo. Assim, torna-se imperativo que a formação dos indivíduos priorize conceitos, princípios e valores, formando cidadãos cada vez mais autônomos em suas tomadas de decisão e busca de construção de novos conhecimentos.

Outro aspecto estruturante e diferencial dessa formação foi o paralelismo entre aspectos das políticas educacionais que estavam sendo discutidas e implantadas pela Secretária Municipal de Educação (SME) e os conteúdos abordados

nas disciplinas ofertadas. Dessa maneira, conseguiu-se uma formação não apartada das políticas formativas da SME, fato inusitado nos atuais projetos de formação de professores no Brasil, que usualmente são ofertados de maneira mais formatada e afastada das necessidades e das políticas em andamento.

As disciplinas que foram ofertadas foram todas discutidas, atualizadas e reformuladas à luz da disciplina: Bases Epistemológicas da Ciência Moderna (BECM), na qual alguns temas foram problematizados à luz da História do Ciência e da Filosofia, dentre eles: ciência, filosofia e mito, Aristóteles e o conhecimento como totalidade, o atomismo antigo e o sentido da morte, a questão da demarcação entre as ciências, a revolução científica do século XVII, a gênese dos métodos indutivo e dedutivo, a relação entre ciência e valores foram tratados à luz da História da Ciência e da Filosofia. Foi feita uma revisão dos conteúdos didáticos de cada uma das disciplinas de forma a contextualizar e relacionar os conceitos específicos de cada uma delas com o que estava sendo trabalhado na disciplina BECM, ressaltando aos alunos-professores a interligação entre as diversas áreas e também em quais contextos históricos ocorreram os desenvolvimentos dos conteúdos abordados. Nesse sentido, surge um dos pontos constituintes dessa formação que é a interdisciplinariedade. Ficou, então, manifesto, para o aluno-professor que diariamente encontra-se frente a desafios e problemas que não podem mais ser resolvidos com um conjunto de conhecimentos específicos e segmentados, a importância da utilização dessa nova abordagem na qual o conhecimento integra as várias áreas dos saberes, do conhecimento. A abordagem interdisciplinar do programa permitiu que os alunos percebessem uma nova forma de aprender e trabalhar, constituindo-se outro ponto forte dessa formação.

Os resultados relatados tanto pelos alunos-professores quanto pelos profissionais da SME que acompanharam o projeto e que serão apresentados ao longo do livro foram extremamente positivos. Mas é importante ressaltar que, mesmo em uma universidade inovadora como a UFABC, houve resistência de um grupo de professores que acreditavam em uma abordagem mais tradicional para um projeto de formação, que usualmente contempla conteúdos como gestão escolar, didática, elaboração de currículos etc. É natural que mudanças gerem resistências, mas, devido aos complexos desafios que temos na sociedade atual, vale a pena insistir em novas abordagens. O ultrapassamento desses desafios só reforça a importância dessa experiência ao representar perspectivas e abordagens

diferenciadas e singulares na formação de professores. Além de os conteúdos abordados não serem os tradicionais na formação de professores, os profissionais da UFABC que participaram possuem as mais diversas formações, que vão desde química, física, matemática até computação, comunicação e filosofia.

Portanto, os resultados apresentados neste livro são significativos e apontam para que se pense em novos paradigmas na formação de professores, não substituindo as concepções atuais, mas sim entendendo que novos modelos e novas abordagens podem e devem coexistir com os paradigmas tradicionais.

Ao longo dos capítulos do livro serão apresentados diversos relatos dos alunos-professores que confirmam a importância dos diferentes conteúdos abordados tanto para a sua formação acadêmica quanto para ampliação de seu entendimento sobre o mundo atual, por meio de sua gênese histórico filosófico-científica. Além disso, observou-se que os alunos-professores, além de demonstrarem uma capacidade de apreenderem conceitos diversos de sua formação de origem, demonstraram muito interesse em apreender e entrar em contato com outras áreas do conhecimento.

É importante salientar que os capítulos deste livro foram escritos de forma individual, refletindo, assim, as características e personalidades de cada um dos professores que participaram dessa formação. Sempre que possível, tenta-se salientar as relações de cunho metodológico, histórico ou epistêmico que foram temas ao longo da formação.

Essa introdução apresentou brevemente os princípios que estruturaram os temas deste livro e tenta responder às questões sobre a importância do que será relatado, na medida em que contextualiza temas como interdisciplinaridade, relação entre formação de professores e políticas educacionais e formação conceitual, que serão abordados ao longo dos capítulos a seguir.

Por fim, será apresentada a dinâmica de como ocorreu essa formação. As disciplinas foram estruturadas para serem ministradas na modalidade a distância e o papel dos tutores, atores fundamentais para o bom resultado dessa formação, será detalhado no último capítulo do livro.

Recomenda-se que o leitor inicie sua leitura pelo Capítulo 1, que relata a disciplina Bases Epistemológicas da Ciência Moderna, para que possa compreender os diversos conceitos por meio de sua reflexão histórico-filosófica e possa, então, percorrer o mesmo caminho trilhado na elaboração do programa pelos professores.

PRINCÍPIOS EPISTEMOLÓGICOS COMO INSTRUMENTO PRIVILEGIADO PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Luciana Zaterka[1]

Introdução

Com a preocupação de fornecer um processo de formação docente que não fosse simplesmente instrumental, cientificista ou mesmo relacionado à mera produção de materiais didáticos, a disciplina intitulada *Bases Epistemológicas da Ciência Moderna* (BECM), matéria obrigatória do projeto de formação *Nascimento e desenvolvimento da Ciência e seus desdobramentos para a contemporaneidade*, ministrado por docentes da UFABC para a formação continuada de professores da Prefeitura Municipal de São Paulo, forneceu a base conceitual para o curso em questão e, assim, utilizou como fio condutor um ideal de formação interdisciplinar, temático, antipositivista e utilizou como ferramentas privilegiadas a História da Filosofia e a História das Ciências, enfatizando em especial os seus âmbitos epistêmicos. Hoje em dia é muito comum os cursos de formação de professores no Brasil fornecerem uma ênfase no aspecto pragmático do conhecimento, não considerando as discussões de cunho teórico e, principalmente, de natureza epistemológica. Ora, esse modelo de racionalidade pragmática, que tem sua origem, sabemos, nas escolas positivistas do século XIX, traz consigo uma concepção de formação tecnicista e utilitária em que a ênfase recai nos seus aspectos pragmáticos, ou seja, na resolução de problemas imediatos ligados ao cotidiano escolar. Nesse sentido,

1 Professora Adjunta de Filosofia do Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC (UFABC), São Bernardo do Campo, Brasil, luciana.zaterka@ufabc.edu.br.

ela se constitui mais como uma proposta de instrumentalização da prática dos docentes, mas não propriamente de um processo de formação e capacitação. No entanto, e esse é um dos problemas fundamentais dessa perspectiva formativa, não se considera a própria indissociabilidade entre teoria e prática no interior da atividade docente, e, portanto, ignora-se também que toda a cultura está vinculada historicamente a seu ambiente econômico, político e social, e, por consequência, à origem histórico-filosófica dos conceitos utilizados nas disciplinas pelas quais são responsáveis. A nossa disciplina, ao tentar se contrapor a esse modelo reducionista, utilizou, do ponto de vista metodológico, dois autores principais, o filósofo brasileiro Franklin Leopoldo e Silva e o filósofo da ciência americano Thomas S. Kuhn.

Fundamentos teóricos do curso

Como o conceito de interdisciplinariedade é extremamente complexo e de difícil conceitualização, utilizaremos, no presente texto, uma definição mais delimitada, que norteou fundamentalmente o curso em questão. Algumas áreas do saber podem e devem ser trabalhadas de maneira interdisciplinar, isto é, de modo a complementar os seus âmbitos próprios e específicos de conhecimento e, assim, possibilitar a formulação de um caráter mais relacional e, portanto, crítico-reflexivo a essa área do saber. Uma citação de F. Nietzsche pode, talvez, nos auxiliar a explicitar melhor a presente ideia: "Existe apenas uma visão perspectiva, apenas um 'conhecer' perspectivo, e quanto mais afetos permitirmos falar sobre uma coisa, quanto mais olhos, diferentes olhos, soubermos utilizar para essa coisa, tanto mais completo será o 'conceito' dela, nossa 'objetividade'" (NIETZSCHE, *Genealogia da Moral*, III, 12). Na disciplina BECM buscou-se a interação entre as várias disciplinas propostas no curso, a saber: Ciência e Meio Ambiente, Física Quântica, Cosmologia, Antropologia, Ética, Filosofia da Ciência, Lógica e Conhecimento Científico e Teoria dos Conjuntos, por meio daquela que historicamente é a matriz mesma desses conhecimentos, a filosofia. E ao se buscar essa nova postura diante dos saberes ou disciplinas, foi uma consequência natural a ênfase no olhar temático e global frente ao conhecimento particular de cada uma delas, numa perspectiva integrativa de natureza filosófica. A pergunta que devemos agora responder diz respeito, então, ao próprio sentido da filosofia. Como ela pode ser, de fato, um saber fundamental

para o processo de formação de professores? Como ela pode ser um elemento catalisador valioso para o trabalho interdisciplinar? E, por fim, como ela pode constituir-se como um discurso crítico que colabore para a destruição do mito da neutralidade científica?

De modo geral, podemos afirmar que, desde as mais antigas filosofias do Ocidente, para atingirmos o conhecimento de um ser, há necessidade de conhecer a causa de sua essência, de sua existência e de suas ações e reações. Um conhecimento será verdadeiro e, portanto, ultrapassará o âmbito das meras opiniões, dos enganos e das ilusões se puder oferecer, de fato, a sua respectiva causa. O meio privilegiado para atingirmos esse conhecimento será pelo *logos*, pela razão, pelo entendimento, pela linguagem. Aqui notamos que o filósofo tem como meta atingir uma essência, algo que permanece, um ser, aquilo que de alguma maneira transcende o fenômeno, o superficial; enfim ele possui uma vontade de verdade. Porém aqui um cuidado se faz necessário, afinal, como relacionar a busca do filósofo pelas certezas, essências e verdades com o filosofar não dogmático e aberto a mudanças? Um primeiro objetivo da disciplina de BECM foi exatamente examinar o próprio conceito de verdade ao longo da história, discutindo que o conceito de verdade não possui um significado único, tampouco estático e definitivo, cujos sentidos foram ao longo dos tempos influenciados por inúmeros fatores. Aqui foi de extrema importância analisar como "estudos de caso" as físicas antiga, moderna e contemporânea, mais especificamente a física aristotélica, newtoniana e einsteiniana, com seus diferentes conceitos de tempo, espaço e matéria[2], bem como as diferenças significativas que marcam as cosmovisões da alquimia e da química modernas. Nesse sentido, discutimos que, em filosofia natural, assim como na ciência empírica em geral, existem várias verdades, e aqui foi importante salientar a

2 Nesse momento discutimos algumas das principais diferenças entre a física antiga aristotélica e a moderna galileana-newtoniana. A primeira de caráter qualitativo, hierárquico e baseada numa metafísica da identidade da mudança. A segunda quantitativa e geométrica, opera com uma noção de espaço homogêneo e geométrico, admite a noção de lei, os corpos passam a ser destituídos de qualidades sensoriais e passam a ser definidos por meio de propriedades matemáticas, tais como massa, volume, forma e figura. A causa eficiente se torna a causa mais importante do âmbito da natureza, substituindo a causa final. Conversamos ainda sobre uma outra distinção importante entre a perspectiva científica antiga e a moderna, qual seja, a primeira era uma ciência teorética, ou seja, apenas contemplava os seres naturais, sem jamais intervir sobre eles. Ora, a ciência moderna nasce ligada intrinsecamente à noção baconiana de que "ciência é poder" e, portanto, que ciência é antes de mais nada operação e ação sobre a natureza. Para um aprofundamento dessa questão, cf. CHAUI, M. *Convite à Filosofia*. São Paulo: Ática, 1990, Capítulo "A ciência na história".

relação constitutiva entre pensamento e história ou, se preferirmos, o caráter histórico inerente à própria filosofia. Esse aspecto nos conduziu para dois desdobramentos importantes da disciplina em questão.

a. Determinado conhecimento, saber ou pensamento é sempre produto da atividade de um povo, de uma cultura, de uma época. Se temos como objetivo compreender a gênese histórico-conceitual de diferentes concepções de conhecimento e de verdade devemos, antes de mais nada, nos voltarmos para o processo histórico, para podermos, então, analisar as distintas cosmovisões que estão subjacentes a determinado conceito ou ideia. Em outras palavras, devemos ter claro que o conhecimento sofre as influências das condições de vida. E não poderia ser diferente. A ciência não está isolada do mundo e os fenômenos sociais não podem ser explicados por leis naturais. A ciência parte de sujeitos humanos numa relação com a totalidade dos aspectos sociais e históricos. Assim, o conhecimento científico é sempre transitório e relacionado com as condições sociais e históricas de sua produção. A ciência reflete maneiras de pensar e, por isso, não é inteiramente autônoma. Mesmo que não haja uma relação lógica direta entre fato e valor, há uma relação histórica e sociológica entre ambos, pois o conhecimento de um fato conduz a posições morais e políticas e esses valores estarão presentes para o pesquisador durante o processo científico. Nesse sentido, não existe ciência de um lado e ideologia de outro, mas diferentes pontos de vista científicos, vinculados a diferentes pontos de vista ideológicos, políticos e culturais. Toda pretensão, assim, na verdade, tem uma origem histórica e sua validade é provisória, como parte organicamente integrada numa estrutura social[3]. Aqui vemos a presença nuclear dos valores em qualquer processo científico. Se tomarmos emprestado mais uma vez as palavras do pensador alemão F. Nietzsche, podemos lembrar que a "*falta de sentido histórico é o defeito hereditário de todos os filósofos*" (*Humano demasiado Humano* I, 2), e, assim, compreenderíamos que a ausência de história é o grande impeditivo para percebermos que o homem, os conceitos, um povo, uma cultura, "veio a ser" e que, por conseguinte, "*não existem fatos eternos: assim como não existem verdades absolutas*" (*Humano demasiado Humano* I, 2). Foi nessa perspectiva de mudança, de transformações, de vir a ser que tentamos

3 Cf. RODRIGUES, Auro de Jesus. *Metodologia científica*. Aracajú: UNIT, 2001, p. 134.

abordar a temática entre filosofia, conhecimento e formação. E isso nos conduz ao nosso segundo ponto.

b. Da nossa perspectiva, e aqui compartilhamos a ideia do Prof. Franklin Leopoldo e Silva, expressa no seu belo texto *História da Filosofia, Formação e Compromisso*[4], nos dias de hoje não encontramos, de fato, em nenhum nível de ensino, *um ideal de formação*

> Já o próprio fato de nos referirmos à formação como um ideal significa que ela desapareceu completamente do horizonte educacional, a ponto de não constituir já nem mesmo uma ideia reguladora. E como a educação é uma prática concreta, a filosofia tende a assumir, num contexto em que predomina a urgência do adestramento instrumental, uma posição abstrata. Sofremos então, nós os professores de filosofia, da síndrome do deslocamento, porque não conseguimos fixar, no quadro social e institucional, o lugar de onde falamos" (Leopoldo e Silva, 2002, p. 8).

Assim, parece que frente ao desaparecimento desse ideal formativo, a filosofia também perdeu o seu sentido e o seu locus. Porém, continua Leopoldo e Silva, é visível que esse mesmo ambiente sócio-histórico que recusa a filosofia experimenta ao mesmo tempo a sua necessidade, sem, no entanto, compartilhar a compreensão das razões dessa necessidade. Temos necessidade da filosofia, mas não sabemos explicitar as razões de tal necessidade, isto é, temos a experiência de uma falta que se tornou constitutiva da racionalidade técnica que impregna tão fortemente a nossa cultura. Com a "morte de Deus"[5], essa postura utilitária e tecnicista foi se alastrando em paralelo com a ausência de uma reflexão sobre ela mesma. Temos aqui uma falta, um não-lugar para a filosofia. A partir do século XIX, especificamente a partir do positivismo, a filosofia perde o seu lugar formativo na Europa, se tornando apenas um instrumento lógico de sistematização e catalogação. Ao mesmo tempo em que a história que permeia o positivismo é a história sucessiva e monumental, isto é, não crítica. Lembremos que aqui no Brasil a filosofia, nessa época, começava

4 Cf. LEOPOLDO E SILVA, Franklin. História da Filosofia, Formação e Compromisso. In: *Trans/Form/Ação*, São Paulo, 25, p. 7-18, 2002.

5 "Morte de Deus" significa, *grosso modo*, o fim do modo tipicamente metafísico de se pensar. O afastamento do horizonte suprassensível, transcendente, metafísico e a ênfase, então, na reflexão nas questões ligadas ao corpo, ao terreno, a ciência, a técnica, enfim ao âmbito da materialidade e do sensível.

pela primeira vez a ganhar um espaço que não fosse simplesmente circunscrito aos colégios jesuítas. Assim é importante salientar que no nosso país a filosofia nunca teve, de fato, o seu lugar formativo. Ora, se na Europa a filosofia perde o seu lugar, aqui no Brasil ela nunca teve de fato um lugar[6].

A pergunta, então, que devemos formular diz respeito à ausência desse lugar. Essa ausência decorreria precisamente de que condições históricas e culturais? O progresso histórico e econômico teria naturalmente superado a sua necessidade? E aqui chegamos no ponto fundamental de nosso texto e, portanto, da concepção que estruturou a disciplina de BECM: é preciso demonstrar que a continuidade histórica da filosofia não é apenas o peso morto do passado que incide sobre o presente, como um efeito de retardamento, mas que a filosofia cumpre sua história *por sucessivas reatualizações de si mesma* (idem, p. 9). É nesse sentido que foi fundamental explicitar durante a disciplina, por exemplo, o atomismo de Epicuro, ou o resgate, analisado na disciplina Ética, que H. Arendt faz da distinção entre espaço privado e público em Aristóteles[7].

Ora, o caráter histórico é inerente ao filosofar,

> mas desde que vejamos nessa história não o aniquilamento de uma determinação cultural, mas a reiteração constante de que a própria cultura inclui no seu processo constitutivo o movimento de transcendência do fato ao sentido, e que é nesse movimento que a reflexão confere às produções humanas o elo histórico que as vincula entre si e com a totalidade para a qual apontam (idem, p. 9).

Por um lado, vimos que é impossível ao processo histórico desvincular-se das circunstâncias da produção do saber filosófico; e também que a neutralidade científica é uma quimera, pois esses saberes foram construídos a partir de determinações históricas concretas. Porém, como a filosofia é histórica e a história é devir, apreender as filosofias a partir do enraizamento histórico não implica necessariamente considerá-las como meros reflexos da condição histórica na qual foram produzidas, mas enxergá-las como elaboração privilegiada do sentido que vincula essas mesmas condições às diversas formas como os sujeitos históricos as viveram. É precisamente nessa elaboração que se constata

6 Cf. CERQUEIRA, Luiz Alberto. *Filosofia Brasileira*. São Paulo: Vozes, 2002.

7 ARENDT, H. *Entre o passado e o futuro*. São Paulo: Perspectiva, 1978.

a liberdade da reflexão, liberdade que é única do ato de filosofar. Portanto, a liberdade própria do filosofar está em ultrapassar o âmbito da determinação social, política, econômica e cultural de uma dada circunstância, compreendendo-a e, se possível, transformando-a. Apreender o enraizamento histórico das filosofias é apreender o nosso próprio enraizamento. Assim, a filosofia é, no limite, trans-histórica, embora ela se constitua historicamente. Ao estudar uma filosofia do passado podemos ao mesmo tempo fazer uma interrogação acerca de como o filósofo interrogou o seu presente. Em outras palavras, a compreensão da relação viva que cada filósofo manteve com a sua época nos ensina a interrogar a nossa. É por isso que estudamos os "clássicos da filosofia", pois eles nos ensinam a refletir não somente sobre as questões passadas, aquelas presentes nas suas respectivas épocas, mas sobretudo refletirmos com eles sobre a nossa própria época. Nesse sentido, pensadores tais como Aristóteles, Machado de Assis, Dostoiévski, Hume ou Nietzsche têm muito a nos ensinar. São clássicos, pois as perguntas que fazem, transcendem a sua própria época.

Se assim for, ao discutir diferentes concepções de temporalidade – por exemplo, a relação entre o tempo cíclico dos gregos com a ideia de perfeição; a eternidade do tempo em Aristóteles, ao compreendermos que nessa cosmovisão o próprio tempo é intrínseco ao universo; a afirmação da linearidade do tempo que nasceu com uma perspectiva muito datada, qual seja, a perspectiva judaico-cristã; a diferença na modernidade entre uma concepção temporal mais "objetiva" como em Newton em comparação com uma mais "subjetiva" como em Kant; ou ainda, se o tempo, de fato, é acúmulo, aperfeiçoamento e progresso como compreendem os positivistas – estamos discutindo tanto o processo histórico que propiciou as mudanças advindas dessas concepções de temporalidade, como e principalmente compreendendo a nossa própria concepção de temporalidade, por uma outra perspectiva, mais abrangente, pois finalmente podemos nos voltar para os respectivos *princípios de nossos saberes*. Essa concepção pode ser "aplicada" para o espaço, para a matéria, para a verdade, para a finitude, para a lógica, para a matemática, para a cultura e tantos outros conceitos que foram abordados tanto em BECM, como em Cosmologia, Ética, Lógica e Conhecimento, Antropologia e tantas outras disciplinas do projeto em questão. Em outras palavras, a disciplina de BECM teve como preocupação central, preocupação essa irradiada para as outras disciplinas do projeto, *o ensino e a compreensão dos fundamentos dos conceitos*, pois

filosofar é sempre lidar com os fundamentos histórico-conceituais dos saberes, isso significa que as relações históricas dos conhecimentos estabelecem-se, relacionam-se por um fundo comum – quer seja pela questão de método, quer seja pela constituição de um discurso ou tema comuns – e não segundo o simples fio da mera sucessão temporal.

Se o objetivo do processo educativo é que o estudante entenda o significado efetivo daquilo que está aprendendo, ou seja, realize uma aprendizagem significativa, é necessário que o planejamento do ensino também seja significativo para o docente, ou seja, que contenha os elementos ou as bases epistemológicas necessárias para a compreensão do conteúdo que será ensinado/aprendido e, para tanto, é necessário que o próprio docente faça um exame crítico e significativo dos conceitos que conhece e que ensina. O professor conhece as bases epistemológicas dos conceitos que ensina? A disciplina de BECM teve como principal diretriz ao mesmo tempo fornecer e reativar a discussão sobre alguns desses fundamentos.

Ora, ao lidar com os vários conceitos formulados pelas ciências ao longo da história poderíamos ter adotado uma vasta gama de perspectivas metodológicas, porém o que direcionou o nosso trabalho e, portanto, o nosso olhar foi a perspectiva historiográfica de Thomas S. Kuhn, especialmente em seu livro *Estrutura das Revoluções Científicas* (1962)[8]. Tal escolha justifica-se basicamente por dois fatores: primeiro, a importância que o filósofo atribui à história da ciência para a compreensão das diferentes teorias em ciência; e, em segundo lugar, a crítica precisa que ele direciona às noções positivistas e, portanto, cumulativas, lineares e de progresso dos conceitos científicos. Dentre os vários e importantes conceitos mobilizados na obra, o que mais nos interessou foi a ideia kuhniana de incomensurabilidade. Para compreender como as ciências se desenvolveram e funcionaram ao longo da história, Kuhn desenvolveu a noção de *paradigma*. *Grosso modo*, pode-se dizer que esse conceito pode ser compreendido como um conjunto de normas, teorias, modelos ou representações que direcionam a teoria e a prática da ciência durante um determinado tempo e, portanto, durante uma determinada época. É exatamente por meio desses paradigmas que os cientistas buscam as respostas para os diferentes problemas colocados pelas ciências. Assim, durante muito tempo, dezessete séculos,

8 Cf. KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2010.

a humanidade utilizou os conceitos da física aristotélica que, então, foi o paradigma científico dessa longa época; no século XVII, apareceu com a ciência moderna o paradigma da dinâmica newtoniana; e assim por diante. A ciência, então, segundo Kuhn, se aprimoraria em torno de um determinado paradigma. Porém, um enorme problema aparece quando um determinado paradigma não dá mais conta de explicar determinados fenômenos, ou se suas explicações não são mais satisfatórias. Nesse momento, esse paradigma entra em crise, gerando instabilidades que podem, no limite, suscitar ou gerar verdadeiras revoluções nas ciências. Ora, visto que nessa situação vários outros paradigmas concorrem entre si para operar a substituição do paradigma anterior, a comunidade científica, mobilizando várias razões de cunho científico, estético, político, econômico etc. escolhe o novo paradigma. O que nos interessa nessa discussão é a possível comparação que se pode fazer entre o paradigma anterior e o vigente. Para Thomas Kuhn, existe algum que possa ser considerado melhor? E a resposta do filósofo é clara: *não*; os paradigmas não têm como ser comparados, medidos um contra o outro, pois são *incomensuráveis*. Essa ideia foi central para a nossa disciplina, pois norteou a discussão de como os conceitos se desenvolvem ao longo da história das ideias e da ciência. Discutimos com os alunos-professores que os conceitos partem de "ontologias", de cosmovisões, de princípios diferentes uns dos outros e que, portanto, no limite, não podem ser comparados. Nesse sentido, assim como nas revoluções sociais, nas revoluções científicas a única certeza que temos é a da mudança. Se a transformação ocorrida foi para melhor ou para pior, não será por meio da lógica interna das teorias que saberemos. Esse aspecto foi determinante para a disciplina de BECM, pois dessa maneira pudemos debater que a ciência contemporânea não é necessariamente melhor que a moderna ou a antiga. Ela pode ser mais operativa e abrangente, pois transformada rapidamente em vários instrumentos técnicos de intervenção pragmática e desenvolvimento de campos tecnológicos, mas isso é outra perspectiva, que não tem uma relação necessária com a verdade intrínseca das teorias. E aqui voltamos para a discussão inicial sobre, por um lado, a impossibilidade de existir uma única verdade ao longo da história, e por outro, a relação necessária entre a ciência e os valores.

BECM na sala de aula: o atomismo antigo e a libertação do medo da morte

É interessante como uma aula sobre o atomismo antigo pode conter desdobramentos tão instigantes de cunho ético, político e mesmo existencial, como, por exemplo, a libertação dos homens do temor da morte. Para Epicuro (342 a.C. – 270 a.C.), filósofo grego que se contrapôs às filosofias platônicas e aristotélicas, que até então dominavam o pensamento da Grécia de sua época, a boa filosofia deveria ser de ordem prática, e então, possuir uma preocupação com a vida, com o cotidiano das pessoas. Nesse sentido, o pensador propôs um novo *ethos*, não mais baseado na perspectiva tradicional enraizada na ideia de *polis*, de cidade, de social, mas sobre o homem privado, particular e individual. É por isso que Epicuro escolhe um lugar inédito para filosofar, nem um ginásio, nem uma escola, mas um jardim, no qual longe do tumulto da *polis*, poderia refletir sobre a virtude do homem privado, aquele que, a partir de agora, está em crise por causa das consequências da revolução de Alexandre, o Grande, que, sabemos, colocou as cidades gregas em inúmeros conflitos que desestabilizaram toda uma cultura e, portanto, uma rede de valores vinculados exatamente à ordem coletiva.

Notemos que um primeiro movimento importante da aula em questão foi explicitar o lugar de onde fala Epicuro e, portanto, a proposta de uma nova ética, em contraposição às outras éticas existentes. Em seguida, pudemos discutir sua concepção materialista e fisicista de mundo, afinal, para ele vivemos num universo constituído exclusivamente por átomos, vazio e movimentos de queda e declinação. Isso significa uma visão de mundo distante de qualquer âmbito metafísico ou suprassensível, seja ele concebido nos moldes platônicos ou mesmo aristotélicos. Aqui foi de grande relevância trabalharmos com algumas fontes primárias, tais como a *Carta a Heródoto* e a *Epístola a Meneceu*[9]. Na *Carta a Heródoto*, o pensador do Jardim formula os seguintes doze princípios de seu sistema: 1) a matéria é incriável; 2) a matéria é indestrutível; 3) o universo consta de corpos sólidos e vácuo; 4) os corpos sólidos são compostos ou simples; 5) o número de átomos é infinito; 6) o vácuo é infinito em extensão; 7) os átomos estão sempre em movimento; 8) a velocidade do movimento atômico

9 Ambas as Cartas foram consultadas na seguinte edição: *Epicuro*, *Obras*, trad. Montserrat Jufresa, Salamanca, Tecnos, 1994.

é uniforme; 9) o movimento é linear no espaço, vibratório nos compostos; 10) os átomos são capazes de desviar-se ligeiramente em qualquer ponto do espaço ou do tempo; 11) os átomos são caracterizados por três aspectos: peso, forma e tamanho; e, 12) o número das diferentes formas não é infinito, apenas inumerável.

Essa perspectiva atomística foi sintetizada dois séculos após a morte de Epicuro por Tito Lucrécio Caro, poeta e filósofo latino que viveu no século I a.C. e que deixou escrito um belíssimo poema intitulado *De rerum natura*[10], obra que, mais tarde, auxiliará o ressurgimento do atomismo na Renascença e que, portanto, terá um valor histórico-filosófico ímpar. Lucrécio, seguindo a perspectiva de Epicuro, mostrará que o mecanismo da natureza pode ser explicado por meio de uma teoria do choque. Átomos, espaço vazio e movimento constituem a base de tal teoria. E de onde provém a diferença entre os corpos? "É, portanto, necessário que as formas dos elementos difiram muito entre si para que possam produzir assim as várias sensações" (*De rerum natura*, Livro II, 441). Nesse sentido, Lucrécio acredita que os átomos possuem as mais diversas formas: lisos e redondos, ásperos e pontiagudos, ramificados ou curvos. O número das formas é limitado, contudo, a quantidade dos átomos que possuem a mesma forma é incalculável; em cada corpo os átomos mais diversos se unem em proporções particulares e essas combinações formam uma grande diversidade de corpos. Por exemplo, o poeta afirma com relação à cor:

> Agora, ouve o que tenho para dizer-te, o que adquiri a preço de um agradável trabalho, para que não creias que os corpos brancos, de que os olhos contemplam o esplendor, se compõem de elementos brancos, e que os negros nasceram a partir de elementos negros: qualquer que seja a cor de que estejam impregnados os corpos, não creias nunca que vem tal fato de serem os elementos de matéria tintos de semelhante cor. Os elementos não têm cor nenhuma, nem semelhante à dos objetos, nem desigual (*De rerum natura*, Livro II, p. 730-739).

Assim, as qualidades dos corpos não pertencem, de fato, aos átomos. Mesmo o que entendemos como sensibilidade, nasce, do insensível: "E agora,

10 LUCRÉCIO. *Da natureza*, Livro II. In: EPICURO-LUCRÉCIO-CÍCERO-SÊNECA-MARCO AURÉLIO. São Paulo: Abril Cultural, 1973 (col. Os Pensadores).

quanto aos corpos que vemos terem sensibilidade, é necessário confessar que, no entanto, são compostos de princípios insensíveis [...] podem seres vivos nascer de corpos insensíveis (De *rerum natura*, Livro II, p. 843).

Nesse sentido, a sensibilidade e a sensação nada mais são do que um arranjo, uma configuração de determinados átomos que irão entrar em contato com outros átomos que compõem os nossos órgãos dos sentidos. Ora, quais os desdobramentos éticos dessa posição atomista materialista?

Os homens não precisam, por exemplo, temer a morte. De fato, num universo constituído exclusivamente por átomos, vazio e movimento, todos os fenômenos do mundo irão algum dia ser dissolvidos em seus componentes elementares que, como vimos, não possuem sensibilidade. Portanto, a morte, no limite, não nos atinge. A morte é um mal só para quem nutre falsas opiniões sobre ela. Dado que o homem é constituído por átomos, assim como todos os corpos do universo, a morte não é mais que a dissolução desses átomos. E, nessa dissolução, os átomos dissipam-se por toda parte, e aquilo que nomeamos como consciência e sensibilidade irão cessar totalmente, e o que restará dos homens serão restos, átomos dissolvidos, elementos desprovidos de sensibilidade, ou seja, o nada. Portanto, a morte não deve ser amedrontadora em si, porque quando ela chega em nós não sentimos mais nada. E mesmo pelo seu "depois", porque, justamente, de nós nada resta, dissolvendo-se totalmente a nossa alma assim como o nosso corpo[11].

11 "Habitua-te a pensar que a morte não é nada para nós, porque todo bem e todo mal residem na faculdade de sentir, da qual a morte é, justamente, privação. Por isso o reto conhecimento de que a morte não é nada para nós torna alegre a própria condição mortal da nossa vida, não prolongando indefinidamente o tempo, mas suprimindo o desejo de imortalidade. Nada há de temível no viver para quem se tenha verdadeiramente convencido de que nada de temível há em não mais viver. E assim também é estulto quem afirma temer a morte, não porque lhe trará dor ao chegar, mas porque traz dor o fato de saber que chegará; o que não faz sofrer quando chega, é vão que nos traga dor na espera. O mais terrível dos males, portanto, a morte, não é nada para nós, uma vez que, quando somos, a morte não é, e quando ela chega nós não somos mais. Ela não tem nenhum significado nem para os vivos, nem para os mortos, porque para uns não é nada, e, quanto aos outros, eles não são mais. Porém, o vulgo ora foge da morte como o maior dos males, ora, ao contrário busca-a como fim dos males da vida. O sábio, ao invés, não pede para viver nem teme não viver: não é contrário à vida, mas também não considera que a morte seja um mal. Assim como do alimento ele não deseja o mais abundante, mas o mais agradável, do tempo ele procura gozar não o mais longo, mas o mais doce. Quem exorta o jovem a bem viver, o velho a bem morrer, é um estulto; e não só pelo que a vida tem de prazeroso, mas também porque um só é o exercício de bem viver e de bem morrer. Porém, muito pior faz quem diz: belo seria não ter nascido ou, "apenas nascido, imediatamente atravessar as portas do Hades". Se está persuadido do que diz, por que não sai da vida? Isso está em seu poder, se essa é a sua firme convicção. Mas se brinca, é estulto ao fazê-lo com o que não convém" (Epístola a Meneceu, 124 ss.).

Ora, mais do que interessados na resposta que os atomistas fornecem para a questão da finitude, o que nos motivou nesse momento da disciplina foi o princípio subjacente à questão. Epicuro, Lucrécio e muitos de seus seguidores acreditam que por meio da compreensão da realidade, no caso específico, por meio da compreensão de que o mundo é constituído por átomos, vazio e movimento, temos como afastar um dos principais males que atingem o humano. Isso significa, sobretudo, uma crítica a todo modo de ignorância, a todos aqueles que querem manter o estado de cegueira e de obscurantismo de uma determinada sociedade. Há, assim, subjacente a essa proposta filosófica, uma clara definição de conhecimento, conhecer é se libertar! Ao conhecer a natureza da alma, conseguiremos nos afastar dos temores, dos males e dos medos que mais nos afligem, tais como aqueles da morte.

Por fim, num último movimento da aula, discutimos o motivo dessa aula – e a eventual riqueza dessa temática – estar num projeto de formação para professores. E as respostas foram animadoras. Tivemos retornos que tangenciaram questões de cunho histórico, tais como a importância de compreendermos aspectos da história do atomismo, passando por pensadores como Demócrito, Epicuro e Lucrécio, analisando suas considerações e motivações tanto de cunho filosófico e científico quanto de natureza política e social, até a chegada do atomismo à modernidade. Muitos alunos-professores argumentaram com relação à aparente semelhança entre as teorias atômicas antigas e contemporâneas, e a razão da necessidade de o homem ao longo da história construir teorias que levem em consideração algo que tenha como substrato último algo não divisível (*á-tomo*). Será que desde sempre os homens sentem a necessidade de se fixar em algo permanente e estável? E aqui foi de extrema valia contrapormos essa perspectiva ao ponto de vista de outro filósofo grego, Heráclito de Éfeso, para o qual o mundo é fluxo, mudança, devir. Um segundo aspecto, bastante evidenciado na discussão, foi com relação à amplitude da rede conceitual analisada e sua densidade filosófica. De fato, muitos salientaram como um tema aparentemente morto, datado e isolado que pode, muitas vezes, encadear desdobramentos conceituais inesperados de cunho ético, político, epistêmico, existencial, todos entre si interligados. E aqui chamamos a atenção para o tema da interligação entre os saberes na antiguidade, um tema

tão caro a nós hoje em dia[12]. Em Epicuro, por exemplo, existe a concepção do conhecimento como totalidade do saber, isto é, há uma tentativa de organizar o sistema das ciências segundo uma totalidade orgânica. É por isso que a concepção de mundo leva a uma física e essa a uma ética que conduz a uma política e assim por diante. Essa rede pode ser imaginada não de maneira hierárquica, mas simultânea, horizontal. Nesse sentido, podemos e devemos nos voltar para esses clássicos para compreender as bases epistêmicas de nossos conceitos, pois além dos saberes específicos que ganhamos ao lidarmos com as respectivas fontes, podemos entrar em contato com visões de mundo distintas da nossa e ampliar assim a nossa própria visão de mundo. Não se trata de um desejo nostálgico de reviver um passado, mas adquirirmos uma outra rede conceitual que pode nos auxiliar a repensar a nossa perspectiva atual tão fragmentária e permeada por especializações.

Considerações finais: "a responsabilidade da ciência"

Depois de percorrermos alguns autores e vários dos temas propostos na disciplina de BECM, tais como a concepção de ciência em Aristóteles, o atomismo de Epicuro e Lucrécio, o problema da demarcação das diferentes ciências, a natureza do saber alquímico, as origens da ciência moderna, a gênese dos métodos indutivo e dedutivo, os limites do conhecimento na filosofia de Kant, o Iluminismo e a questão da classificação do conhecimento, chegamos na nossa última aula na qual trabalhamos a relação entre a ciência e os valores. Um texto indispensável para essa aula foi *a Responsabilidade da Ciência* de H. Marcuse[13]. No ensaio, o filósofo alemão, naturalizado norte-americano, afirma que "o cientista é responsável pelo uso que a sociedade faz da ciência". Ora, pergunta Marcuse, será que o cientista ao trabalhar em seu gabinete ou em seu laboratório não pode prever as consequências sociais de seu trabalho? Ele tem meios ou não de saber antecipadamente se o que está fazendo resultará em um fator construtivo ou destrutivo na história? E o pensador vai mais além: mesmo se aceitássemos esse argumento, que o homem de ciência isolado no seu mundo não tem como antever o resultado de suas pesquisas,

12 Veremos que esse tema da organicidade ou da interdisciplinaridade dos saberes voltou com força na aula sobre Aristóteles na disciplina de Ética, Cf. Capítulo 2, do presente livro.

13 MARCUSE, H. A responsabilidade da ciência. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 159-64, 2009.

esse argumento justifica a tese da neutralidade da ciência? Por meio do texto e da discussão com os alunos-professores em sala de aula pudemos elencar e debater inúmeros exemplos que colocam em questão a neutralidade da ciência, tais como a criação da bomba atômica, o vírus da AIDS, experimentos com humanos na segunda guerra mundial, o uso de mísseis, o projeto genoma, a questão da clonagem, o trans-humanismo etc., desconstruindo, então, a concepção temporal da marcha irrefreável do progresso científico. Se a ciência moderna nasce, no Seiscentos, como libertadora, frente aos poderes instituídos, religiosos e mesmo científicos, ela acaba posteriormente fazendo alianças que ameaçam essa mesma autonomia. Mais recentemente alianças com o capital e com o mercado. Enfim a ciência não pode perder a razão de ser de si mesma, qual seja, um instrumento de conhecimento e de verdade, e "como todo pensamento crítico, tem sua origem no esforço de proteger e melhorar a vida humana em sua luta com a natureza; o telos interno da ciência não é nada mais que a proteção e o melhoramento da existência humana". Que as bases epistemológicas da nossa ciência estejam vinculadas com valores parece um dado da história, mas que, sempre que possível, esses estejam relacionadas com valores ligados aos direitos humanos (igualdade, sustentabilidade, respeito) e não somente com aqueles relacionados ao mercado e ao capital. Essa foi a resposta de muitos dos alunos-professores presentes no curso.

Referências

ARENDT, H. *Entre o passado e o futuro*. São Paulo: Perspectiva, 1978.

CERQUEIRA, Luiz Alberto. *Filosofia Brasileira*. São Paulo: Vozes, 2002.

CHAUI, M. *Convite à Filosofia*. São Paulo: Ática, 1992.

EPICURO. *Obras*. Montserrat Jufresa (trad.). Salamanca: Tecnos, 1994.

EPICURO; LUCRÉCIO; CÍCERO; SÊNECA; MARCO AURÉLIO. São Paulo: Abril Cultural, 1973 (col. Os Pensadores).

FARRINGTON, B. *A doutrina de Epicuro*. Rio de Janeiro: Zahar, 1968.

KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2010.

LEOPOLDO E SILVA, Franklin. História da Filosofia, Formação e Compromisso. In: *Trans/Form/Ação*, São Paulo, 25: 7-18, 2002.

MARCUSE, H. A responsabilidade da ciência. *Scientiae Studia*, São Paulo, 7, n. 1, p. 159-64, 2009.

NIETZSCHE, F. *Obras Incompletas*. São Paulo: Abril Cultural, 1980 (col. Os Pensadores).

RODRIGUES, Auro de Jesus. *Metodologia científica*. Aracajú: UNIT, 2001.

ÉTICA NA SALA DE AULA DE CIÊNCIAS

Bruno Nadai[1]
Luciana Zaterka[2]

Introdução

A presença de uma disciplina de Ética em um curso voltado para o estudo da ciência moderna e contemporânea, como no caso do programa de formação *Nascimento e desenvolvimento da ciência e seus desdobramentos para a contemporaneidade* é, por si só, um fato que chama atenção. Qual é a relação entre ética e ciência e por que essa disciplina deveria ser estudada em um curso sobre a ciência, seu nascimento e desenvolvimento? Por que o estudo dessa questão seria interessante em um curso voltado para a formação continuada de professores, como no caso dessa parceria entre a UFABC e a Secretaria de Educação da Prefeitura de São Paulo?

A noção de fundo que nos orientou na proposição dessa disciplina foi certo ideal de formação interdisciplinar, temático, pluralista[3] e comprometido com a promoção da cidadania. Para isso, utilizamos como ferramenta privilegiada a História da Filosofia, buscando vincular a história do pensamento ético com a história do pensamento científico e problematizando as noções fundamentais da Ética, ao confrontá-la com a realidade social do nosso público de alunos-professores. Embora a promoção da cidadania constitua um dos pilares em que está assentada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, não é incomum observarmos, entre os professores dos diversos níveis do sistema de

1 Professor Adjunto de Filosofia do Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC (UFABC), São Bernardo do Campo, Brasil, bruno.nadai@ufabc.edu.br.

2 Professora Adjunta de Filosofia do Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC (UFABC), São Bernardo do Campo, Brasil, luciana.zaterka@ufabc.edu.br..

3 Para um aprofundamento dessa questão ver o capítulo 1 do presente livro.

ensino brasileiro, grande dificuldade para lidar com conceitos fundamentais da Ética. Além disso, é inegável o quanto a sociedade brasileira vem se tornando cada vez mais plural e diversificada do ponto de vista de seus valores, ao mesmo tempo em que se torna cada vez mais complexa a gestão de seus conflitos. Essa é uma realidade que se reflete de maneira particularmente aguda no ambiente escolar e nas salas de aula. Com a intenção de oferecer uma formação capaz de responder a esta realidade, apostamos na ideia de um processo de formação continuada que não seja meramente instrumental e cientificista e que capacite o professor para a problematização dos aspectos éticos da ciência, em particular, e dos aspectos éticos da vida social, em geral, visando a promoção da cidadania.

Durante boa parte dos séculos XIX e XX os cientistas compreenderam que a ciência corresponde ao conhecimento objetivo dos fatos naturais ou sociais. Segundo essa visão, o conhecimento científico deve estar completamente dissociado de quaisquer valores, individuais ou coletivos. Essa visão, que dissocia completamente fato e valor, chamada de positivismo, tem profundo impacto sobre a maneira como se faz, estuda e ensina ciências, bem como sobre a maneira como se compreende o significado da própria prática científica. O positivismo tende a privilegiar uma formação tecnicista e utilitária, enfatizando os aspectos pragmáticos da ciência e reservando pouco espaço para o estudo de como os conceitos científicos são formados ou como esses conceitos se vinculam a certas visões de mundo, com seus valores éticos próprios. Além disso, a ênfase em uma formação tecnicista tende a negligenciar as consequências éticas e sociais da prática científica, não capacitando o aluno-educador a promover a cidadania em sala de aula. A disciplina de Ética, ao tentar contrapor-se a esse modelo, buscou problematizar a vinculação entre ética e ciência (ou ciência e valor) na antiguidade e na modernidade, por meio da leitura e discussão das teorias éticas (e políticas) de alguns autores mais representativos desses três períodos: Aristóteles, Epicuro, Hobbes, Rousseau, Kant, Bentham e Mill.

As teorias éticas e a o conhecimento científico

A seguir, apresentaremos em linhas gerais a maneira como diferentes visões de mundo correspondem a diferentes maneiras de compreender o que

é o conhecimento científico, o que é o certo e o errado, o que é a justiça, como devemos nos comportar em relação aos nossos semelhantes e assim por diante. A título de exemplo escolheremos alguns dos autores trabalhados durante a disciplina.

A ética clássica: Aristóteles e a organicidade dos saberes

Aristóteles, filósofo grego que viveu entre 384 a.C. e 322 a.C, na cidade de Estagira, estabeleceu uma classificação entre os saberes humanos que será fundamental para a constituição de toda a história do conhecimento ocidental. Inicialmente, no quarto livro da *Metafísica*[42], ele descreve sobre o saber teorético, aquele conhecimento cujos objetos existem independentemente da vontade e da ação humanas e que por isso só podem ser contemplados por nós e, assim, não sofrem a intervenção humana. Nesse sentido, podemos afirmar que as ciências teoréticas compreendem os conhecimentos dos seres naturais ou a física (a biologia, a botânica, a psicologia, a cosmologia), os conhecimentos matemáticos (astronomia, geometria, aritmética, música) e os conhecimento teológicos (o ser divino, a substância de todas as coisas). Todos esses existem e realizam suas ações independentemente da vontade dos homens. Notemos que esses conhecimentos estão no âmbito do necessário, isto é, eles sempre possuem as mesmas causas e produzem os mesmos efeitos. Porém, afirma Aristóteles, esse âmbito do conhecimento não constitui a totalidade dos saberes existentes, afinal existe um outro conjunto de ciências que depende da ação e da vontade humanas: "*toda arte* (téchne), *toda investigação* (méthodos), *toda ação (práxis) e toda escolha racional* (proaíresis) *tendem para algum bem [...] Mas observa-se, de fato, uma certa diferença entre os fins: uns consistem nas atividades, outros em certas obras, distintas das próprias atividades*"[5]. Ora, com essas palavras, Aristóteles indica a distinção clássica entre as duas grandes modalidades da ação humana: a ação que tem seu fim em si mesma e a ação que tem como fim a produção de uma obra. Aqui encontramos a famosa e importante distinção aristotélica entre a *práxis* e *a poíesis* ou ação fabricadora. A *poíesis* é a arte ou técnica: agricultura, navegação, pintura, escultura, arquitetura, tecelagem, todos

4 Aristóteles, *Metafísica*, Trad. Marcelo Perine. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

5 Aristóteles, *Ética a Nicômaco*, Livro I. Trad. Leonel Vallandro e Gerd Bornheim, São Paulo: Abril Cultural, II, 1987 (Col. Os Pensadores).

os artesanatos, poesia, retórica. Observemos que nesse âmbito os objetos são produzidos e o produto é externo ao agente que o produziu. A *práxis* compreende a economia, a ética e a política e seus objetos diferentemente da *poíesis* tem seu fim nele mesmo, por isso ela seria superior às técnicas. Notemos que nesse campo entra em cena um fator decisivo, qual seja, a contingência. De fato, as ações humanas são possíveis e não necessárias: eu posso ou não matar alguém, eu posso ou não casar; eu posso ou não roubar. Nós humanos possuímos a faculdade da vontade, essa capacidade única de deliberar entre coisas possíveis, coisas que se referem ao futuro. O futuro, sabemos, é contingente e não necessário e o conhecimento do que é contingente não é da mesma ordem do conhecimento do que é necessário.

Assim, num primeiro movimento da aula, discutimos a classificação dos saberes proposta pelo filósofo e os critérios utilizados para sua hierarquização. Foi um momento interessante, em que os professores surpreenderam-se por Aristóteles considerar a Metafísica a mais elevada das ciências exatamente por ela não estar relacionada com nenhuma utilidade material ou empírica, isto é, ela tem valor em si e por si, ela vale porque é livre por si mesma. Certamente, trata-se de um critério estranho para o nosso horizonte contemporâneo e que suscitou um bom debate.

Num segundo movimento da aula apontamos que apesar das diferenças entre a classificação dos saberes, Aristóteles acredita que há um aspecto comum a todas as atividades humanas, todas possuem como finalidade um Bem. No caso da Ética, esse bem é o do indivíduo que se prepara para viver com os outros na *pólis*, pois, escreve Aristóteles, o Bem propriamente humano é a finalidade da política:

> Mesmo que haja identidade entre o bem do indivíduo e o da Cidade, é manifestamente uma tarefa mais importante e perfeita apreender e preservar o bem da Cidade, pois o bem é, certamente, amável mesmo para o indivíduo isolado, mas é, mais belo e divino aplicado a uma estirpe e a uma Cidade (*Ética a Nicômaco, Livro I, 1094b8ss).*

Assim, a política é mais nobre e mais geral do que a ética, pois, para um grego, o indivíduo só existe como cidadão, e por isso o bem propriamente humano só é atingido pela política. Aqui foi inevitável uma longa pausa para

refletirmos sobre a diferença entre o *locus* da política na antiguidade e na contemporaneidade. Discutiu-se com os professores como a noção moderna/contemporânea de indivíduo cria obstáculos para uma compreensão efetiva da noção de política tal como introduzida pelos gregos antigos, afinal, para estes a política representa a atualização ética do indivíduo, que assim só é atingida, de fato, com e na comunidade. A ênfase está no público e não no privado, diferentemente do que se percebe na contemporaneidade.

Mas, no caso da ética, de que bem se trata? Qual é o bem ético do indivíduo, fim ao qual todo indivíduo aspira? Segundo Aristóteles, esse bem é vida feliz, o bem viver e o bem agir, ou a felicidade (*Eudaimonía*). Nesse terceiro momento da aula, foi importante fazer uma digressão para tentarmos conceitualizar o que significa felicidade e sua diferença frente ao significado do desejo, por exemplo. Pois, para Aristóteles, a felicidade não tem relação com um estado de espírito subjetivo e sim como ele afirma no Livro I da *Ética a Nicômaco*: "consiste numa atividade da alma de acordo com a virtude [areté] [...] e isto numa vida realizada plenamente [...], e assim, a felicidade não é obra de um só dia, nem de pouco tempo, mas de uma vida inteira". Dessa maneira, a concepção grega de felicidade distancia-se da nossa perspectiva contemporânea, pois não tem ligação com posse ou algo que possa ser conseguido de uma vez por todas, integralmente, imediatamente, mas é um agir que dura uma vida inteira. Em outras palavras, podemos dizer que a felicidade é a atualização das potências do humano de acordo com a nossa racionalidade, isto é, conforme a nossa virtude máxima.

E como podemos, de fato, compreender o que o pensador entende por virtude? Do nosso ponto de vista, se tentarmos responder a essa questão nos dirigindo diretamente para a Ética, iremos perder a complexidade e a riqueza do pensamento de Aristóteles. Assim, propusemos um caminho que passa inicialmente pela física, depois pela medicina, para então chegarmos finalmente à Ética. Pois dessa maneira tanto ampliaremos nossa rede conceitual sobre aspectos da filosofia de Aristóteles como poderemos refletir sobre uma outra concepção de conhecimento mais orgânica e global, ponto importante que voltaremos a discutir mais adiante.

Para Aristóteles são cinco os elementos que constituem o cosmos: terra, água, ar, fogo e éter. A Natureza, no mundo sublunar, é constituída por corpos que realizam o movimento retilíneo para cima ou para baixo; são seres mortais,

pois seu movimento tem começo (nascimento) e fim (corrupção ou morte). O mundo sublunar é constituído pelos 4 elementos: terra, água, ar, fogo. Já os sete céus ou as sete esferas celestes realizam o movimento circular, portanto, são eternos e incorruptíveis, tal movimento sendo natural à matéria de que são feitos – o éter ou quinta-essência. Os astros repetem eternamente o mesmo deslocamento, sem sofrer alterações qualitativas ou quantitativas. Assim, a terra, água, ar, fogo e éter são a totalidade dos elementos que constituem todos os seres possíveis do universo[6]. Ora, porque a necessidade de compreendermos aspectos da física para analisarmos a medicina de Aristóteles? Pois ele vai definir a saúde, por meio da teoria dos humores que pressupõe exatamente a existência dos quatro elementos que constituem o mundo sublunar: a água é úmida, a terra é seca, o ar é frio e o fogo é quente. Além disso, todo corpo humano contém, para essa perspectiva médica, sangue, fleuma, bílis amarela e bílis negra, e atribui, como vimos, qualidades essenciais a esses humores, quente, frio, seco e úmido. Assim, notamos que os conhecimentos para Aristóteles estão todos relacionados. Não temos como conhecer com precisão os conceitos relacionados à medicina sem ter noções de física e cosmologia, por exemplo, pois tudo está interligado numa grande rede conceitual. Para os antigos somos formados por esses dois componentes: os quatro elementos (terra, água, fogo e ar) e os quatro humores (sangue, fleuma, bílis amarela e bílis negra). Cada um dos humores é constituído por uma combinação dois a dois dos quatro elementos ou das quatro qualidades fundamentais: quente, frio, seco, úmido. Esses "humores" podem ser compreendidos por aquilo que entendemos como índole ou caráter. A diferença entre os humores decorre da diferença de proporção entre os elementos: no sangue predominam o quente e o úmido, na bílis amarela, o seco e o quente, e na atrabílis, o seco e o frio. Embora todos os corpos humanos sejam compostos dos quatro elementos e suas qualidades, e embora cada indivíduo seja diferente dos demais, é possível classificar genericamente quatro tipos principais de mescla dos humores e dos elementos. Nosso caráter é nosso temperamento, isto é, o modo como se temperam os quatro elementos e os quatro humores, havendo sempre a predominância de um deles sobre os outros, disso resultando os quatro caracteres fundamentais da medicina grega

6 Para um aprofundamento das questões relacionadas à física e à cosmologia em Aristóteles, cf. ÉVORA, Fátima. *A revolução copernicano-galileana*, v. I. Campinas: CLE, 1993, capítulo. 3.

antiga, quais sejam, sanguíneo, fleumático, colérico e melancólico[7]. Ora, cada caráter ou temperamento possui desejos diferentes, pois para cada um deles os objetos de prazer e dor são diferentes. Pelo mesmo motivo, cada caráter determina ou causa paixões diferentes e está mais propenso a determinadas doenças, a determinados vícios e a determinadas virtudes. No entanto, em todos eles o vício é sempre excesso ou a falta, estando entre dois pontos extremos opostos. Dizer que o vício é excesso ou falta significa dizer que ele é *hýbris*, ou seja, falta de medida ou de moderação.

É por isso que a virtude para os gregos será exatamente a medida entre os extremos contrários, a moderação entre os dois extremos, o justo meio, nem excesso nem falta. Aqui o sentido não é apenas quantitativo, mas sim qualitativo, ou seja, significa moderação. Moderar é pesar, ponderar, equilibrar e deliberar, é a ação que institui a medida para aquilo que por si mesmo não possui ou não conhece medida ou limite. Na ética aristotélica, por exemplo, a medida moderadora é o médio, o justo meio. A ética é, pois, a ciência prática da moderação, ou, como diz Aristóteles, da prudência. A virtude é virtude de caráter ou força do caráter educado pela moderação para o justo meio ou a justa medida[8]. E as bases dessa ética podem ser encontradas, como vimos, na medicina – no equilíbrio, na justa medida entre os humores que decorre a saúde. É porque a virtude é a medida ou o justo meio que a prudência (*phrónesis*) é condição e coroamento de todas as virtudes: sabedoria prática que lida com o contingente e com o tempo. O prudente, explica Aristóteles, não delibera sobre este ou aquele bem, mas possui a disposição prática para bem deliberar em qualquer circunstância porque delibera sobre a totalidade do bem-viver. Justamente por isso, é capaz de dar regras, em cada situação, para a qual não há arte nem regra, é capaz de fazer a deliberação correta, percebendo com clareza a qualidade do fim e dos meios, a conveniência entre eles, pois é capaz de determinar e reconhecer em cada ação o justo meio ou a medida.[9] É por isso que para o filósofo

7 Para um aprofundamento das questões ligadas à medicina antiga, cf. VIEIRA, R. *Raízes Históricas da medicina ocidental*.

8 Cf. CHAUÍ, M. *Introdução à História da Filosofia*, vol. I. São Paulo: Brasiliense, 1995, p. 312.

9 "*Em tudo que é contínuo e divisível pode-se tomar mais, menos ou uma quantidade igual, e isso quer em termos da própria coisa, quer relativamente a nós; e o igual é um meio-termo entre o excesso e a falta. Por meio-termo no objeto entendo aquilo que é equidistante de ambos os extremos, e que é um só e o mesmo para todos os homens; e por meio-termo relativamente a nós, o que não é nem demasiado nem demasiadamente pouco — e este não é um só e o mesmo para todos. Por exemplo, se dez é demais e dois é pouco, seis é o meio-termo, considerado em função do objeto, porque excede e é excedido por uma quantidade igual; esse número é*

o melhor regime político será a democracia, aquele espaço da *Ágora* em que todos poderão deliberar. Todos os cidadãos, livres, iguais e autônomos, devem visar o bem comum e, portanto, devem expressar a verdadeira constituição da cidade[10]. A política e a democracia estão, assim, intrinsecamente ligadas à ética.

Num último momento da aula, retomamos o conceito, nuclear para nós educadores do século XXI, de conhecimento como uma totalidade orgânica. O próprio curso em questão leva em consideração uma perspectiva interdisciplinar, tão cara a nós hoje em dia. Ora, nossa proposta de ler e reler Aristóteles aposta na ideia de que sua filosofia não rendeu ainda todos os frutos que poderia render. Aristóteles, ao fornecer uma organicidade enciclopédica ao saber, pode, sem dúvida, segundo os docentes presentes na disciplina de Ética, nos auxiliar, e muito, a ampliar a nossa visão fragmentária da realidade, construída por partes desconexas e muitas vezes justapostas, fruto da revolução moderna e capitalista dos séculos XVIII e XIX. Aristóteles fornece esse ponto de vista, pois parte de uma visão de mundo (de uma ontologia) ordenada, fixa e hierárquica. Essa visão de mundo reflete-se em, ou melhor, constitui uma epistemologia, uma ética e uma política, ou seja, uma perspectiva na qual as explicações fundamentadas na observação da natureza e na construção de um pensamento lógico racional passam a constituir a totalidade do cosmos. No limite, conhecer o universo e conhecer o interior do humano é a mesma tarefa. E todos os saberes têm como finalidade atingir um *Bem*.

Ética e política na Modernidade: Hobbes, Rousseau e Kant

Na segunda aula tivemos como objetivo entender de que modo a Era Moderna rompe com os principais pressupostos éticos em que estavam baseadas as visões de mundo antiga e medieval. Por isso, nessa aula tivemos a

intermediário de acordo com uma proporção aritmética. Mas o meio-termo relativamente a nós não deve ser considerado assim: se dez libras é demais para uma determinada pessoa comer e duas libras é demasiadamente pouco, não se segue daí que o treinador prescreverá seis libras; porque isso também é, talvez, demasiado para a pessoa que deve comê-lo, ou demasiadamente pouco — demasiadamente pouco para Milo e demasiado para o atleta principiante. O mesmo se aplica à corrida e à luta. Assim, um mestre em qualquer arte evita o excesso e a falta, buscando o meio-termo e escolhendo-o — o meio-termo não no objeto, mas relativamente a nós", cf. Aristóteles, *Ética a Nicômaco*, B6, 1106 a 26-b7.

10 Lembremos que para os gregos nem todos os homens poderiam ser cidadãos. Esse privilégio era reduzido a um pequeno número, que, englobava, especialmente, os proprietários de terras. As mulheres, os escravos, as crianças, os idosos, os comerciantes, os artesãos e os estrangeiros eram excluídos desse âmbito público.

intenção de introduzir nossos alunos à ideia geral de que o surgimento da Ética moderna acompanha o surgimento de uma nova visão sobre o universo e sobre o lugar que nele ocupa o ser humano, visão que é profundamente impactada pelo surgimento da moderna ciência experimental da natureza. Uma vez que os alunos já estavam familiarizados com as transformações ocorridas no campo da ciência moderna (estudadas no curso de Bases Epistemológicas da Ciência), nossa atenção se concentrou em introduzir alguns conceitos fundamentais da Ética moderna, em especial a partir de autores como Hobbes, Rousseau e Kant.

Assim, iniciamos a aula buscando mobilizar os conhecimentos adquiridos no curso de Bases Epistemológicas, relembrando o significado do rompimento moderno com a cosmologia antiga. A partir daí pudemos introduzir a ideia de que, com o rompimento moderno da noção de cosmos ordenado, rompem-se também as bases que sustentavam a Ética antiga. Nossos alunos mostraram-se particularmente interessados pela ideia de que os pensadores da Era Moderna, de maneira análoga ao que se deu no campo das ciências naturais, viram-se diante da necessidade de apresentar novas maneiras de compreender e justificar a Ética.

No primeiro movimento da aula, ainda introdutório, procuramos enfatizar a ideia geral de que os filósofos modernos apresentaram teorias do conhecimento e teorias éticas cujo fundamento encontra-se no sujeito ou no indivíduo, e não no *cosmos* ou na natureza. O *cosmos* ordenado não oferecia mais o fundamento último da certeza de nossos conhecimentos e de adequação de nossos valores éticos, por isso esses filósofos propuseram encontrar tal fundamento na certeza que temos de nós mesmos, i.e., na subjetividade. Assim, procuramos destacar inicialmente que a Ética e a Filosofia Política modernas emergem tendo como ponto de partida a ideia de que o sujeito (ou o indivíduo) é o lugar a partir de onde devem ser pensadas (e legitimadas) todas as relações éticas e políticas.

Para tanto, discutimos em aula as teorias de alguns filósofos modernos associados à tradição que chamamos de contratualista. O contratualismo é uma das principais vertentes da Ética e da Filosofia Política modernas, vinculada a filósofos europeus dos séculos XVII e XVIII, tais como Hobbes, Locke, Rousseau e Kant, entre outros. Diferentemente de Aristóteles e da tradição clássica (que concebiam o homem como um ser naturalmente sociável,

dotados de virtudes éticas que corresponderiam à verdadeira expressão de sua natureza), Hobbes, Rousseau e outros filósofos modernos concebem a vida em sociedade como resultado de uma escolha motivada por interesses racionais. Para esses autores, a origem da sociedade assenta numa decisão coletiva e racional por parte dos indivíduos. Essa decisão institui uma condição artificial, a sociedade civil ou Estado.

Algo que chamou especial atenção dos professores é o fato de que as teorias éticas e políticas apresentadas pelos autores contratualistas estão baseadas na liberdade e na igualdade entre todos os seres humanos, concepção que as distingue radicalmente das teorias antigas (baseadas na diferença natural entre as pessoas). Na modernidade, os indivíduos são concebidos como sujeitos livres e iguais porque dotados de uma mesma natureza, i.e., de uma mesma natureza humana comum. Tomando os indivíduos como ponto de partida, essas teorias apresentam-se como teorias baseadas na ideia do consentimento estabelecido entre pessoas livres e iguais. Precisamente por isso, a discussão dos valores da liberdade e da igualdade durante a aula mostrou-se particularmente rica e foi um momento em que os professores puderam partilhar um pouco de suas experiências em suas unidades escolares.

Essa foi uma boa oportunidade para discutir e problematizar a realidade do sistema de ensino brasileiro, marcada em grande parte pela forte presença de desigualdade material entre os membros da mesma comunidade escolar e entre as unidades escolares, o que se manifesta nas diferentes formas de privação e restrição da liberdade (violência no ambiente familiar, falta de acesso a bens culturais e equipamentos públicos etc.) vividas pelos alunos da rede de ensino.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação, de acordo com a Constituição Federal, afirma que a educação pública deve ter como objetivo fomentar a cidadania. Isso quer dizer que a educação deve promover a compreensão que nós brasileiros, enquanto sociedade, temos de princípios tais como liberdade e igualdade. Ao mesmo tempo, embora toda nossa forma de organização política esteja ordenada segundo tais princípios, é inegável que a experiência quotidiana, especialmente aquela em sala de aula de escolas da rede pública de ensino, os contradiz a todo momento. Por isso, nossa segunda aula orientou-se pela ideia de que o educador do século XXI deve ser capaz de lidar conceitualmente com as dificuldades postas na sociedade brasileira para a formação de

indivíduos com iguais capacidades e, portanto, livres para escolher como viver sua vida.

Thomas Hobbes

No segundo movimento da aula, passamos a discutir diretamente as teses de Thomas Hobbes, filósofo inglês que viveu de 1588 a 1679 e foi o inaugurador da tradição contratualista moderna. Um dos conceitos fundamentais que organizou nossa discussão, conceito que estrutura todas as teorias contratualistas modernas é o de "estado de natureza". Hobbes e os demais filósofos contratualistas partem do pressuposto moderno e contemporâneo de que as pessoas são naturalmente livres e iguais. Por isso, para os contratualistas, o poder político tem que ser explicado a partir da decisão voluntária das pessoas que formam a comunidade política, i.e., do seu consentimento. Portanto, esses autores foram levados a explicar a origem e a legitimidade do poder político por meio da oposição entre "estado de natureza" (anterior ao ato de consentimento que funda a sociedade) e "estado civil" (posterior à fundação da sociedade). O "estado de natureza" é entendido como uma condição original de ausência de leis comuns e de autoridade pública. Por oposição, o "estado civil" é entendido como a condição em que leis comuns e uma autoridade pública foram instituídas. Nesse sentido, a condição em que vigoram leis comuns e uma autoridade pública, o "estado civil", é entendido como posterior ou mesmo oposto ao "estado de natureza".

Assim, os alunos foram introduzidos à ideia de que, segundo Hobbes, o ser humano não é naturalmente um ser social ou político e a sociedade não é algo natural. De maneira inversa do que ocorria na tradição aristotélica, para Hobbes a sociedade política é pensada como algo artificial, resultado de uma escolha feita por indivíduos cuja única motivação é a de conservarem a própria vida. Será a partir desse princípio, o princípio de autoconservação individual, que a formação da sociedade política terá que ser explicada. A introdução do pensamento hobbesiano pôde ser feita retomando os conteúdos adquiridos na aula anterior, especialmente a noção clássica de "virtude". Assim, os próprios alunos foram levados a formular a ideia de que Hobbes se opõe à tradição aristotélica e medieval, já que caracteriza a natureza humana a partir do impulso

individual de conservar a si mesmo e não a partir das virtudes morais e sua vinculação com a comunidade política.

A partir daí, buscamos mostrar que Hobbes apropria-se das inovações metodológicas da ciência da natureza de sua época, já que ele concebe os indivíduos como corpos (ou objetos) sujeitos a um movimento inercial, o movimento de conservar a si mesmo. Seguindo a concepção mecanicista que caracteriza a nova ciência da natureza, Hobbes propõe que a sociedade seja concebida por analogia com um relógio, cujo movimento mecânico das partes resulta num funcionamento adequado. Assim, ele analisa a sociedade como se estivesse decomposta em seus elementos constituintes, os seres humanos em estado de natureza. Em seguida, ele examina como seria esse estado de natureza, considerando-o a partir do impulso natural que motivaria todas ações dos indivíduos, a autoconservação. Por fim, Hobbes se propõe a considerar as condições de geração e existência (ou funcionamento adequado) da sociedade política. Desse modo, a sociedade política é vista por ele como o resultado mecânico da interação entre indivíduos que buscam por todos os meios disponíveis conservarem sua existência.

Nesse momento da aula pudemos discutir a compreensão da natureza humana introduzida por Hobbes. A pergunta que dirigimos aos alunos-professores foi: será que para Hobbes o homem é mau por natureza? E essa pergunta abriu um debate ainda mais interessante, orientado por outras duas: quem pensa apenas em si mesmo (o egoísta) é alguém bom ou mau? E como seria uma sociedade baseada em indivíduos que agem exclusivamente de modo egoísta?

Para desenvolver as implicações de uma teoria ética e política que parte do princípio de que os indivíduos agem sempre orientados pela autoconservação, seguimos discutindo a teoria hobbesiana. Vimos então que, para Hobbes, no estado de natureza, todo indivíduo tem direito a todas as coisas que são necessárias para conservar a si mesmo, além de que os poderes naturais (força, inteligência etc.) dos indivíduos são suficientemente bem distribuídos para que todos possam brigar por esse direito.

Por isso, Hobbes conclui que como no estado de natureza não existem leis públicas que regulem o que é de cada um e como não há uma autoridade pública capaz de decidir os conflitos relativos à pretensão às coisas, os indivíduos encontram-se necessariamente em um estado de guerra de todos contra

todos. Um estado de guerra, i.e., estado em que mesmo se não há guerra deflagrada todos têm de estar sempre preparados, armados e dispostos a ela. Como afirma Hobbes:

> O fim último, causa final e desígnio dos homens (que amam naturalmente a liberdade e o domínio sobre os outros), ao introduzir aquela restrição sobre si mesmos sob a qual os vemos viver nos Estados, é o cuidado com sua própria conservação e com uma vida mais satisfeita. Quer dizer, o desejo de sair daquela mísera condição de guerra que é a consequência necessária [...] das paixões naturais dos homens, quando não há um poder visível capaz de os manter em respeito, forçando-os, por medo do castigo, ao cumprimento de seus pactos (*Leviatã*, Livro II, Cap. XVII).

Por isso, para Hobbes, a única solução para garantir a paz social é que se estabeleça um pacto, por meio do qual os indivíduos transferem seu poder e liberdade naturais a um representante, um soberano político que passa a regular todos os conflitos. O soberano é o representante da vontade desse novo corpo coletivo que surge no momento em que os indivíduos estabelecem um pacto de associação. Os indivíduos devem transferir todo seu poder, toda sua vontade, ao soberano. Ao estabelecer o pacto que funda a sociedade civil, os indivíduos visam em última instância garantir sua autoconservação. Hobbes insiste que os indivíduos devem transferir todo o seu poder a uma pessoa, investida de poderes absolutos sobre os atos, a vontade e a consciência das pessoas.

Hobbes argumenta que se o soberano não detiver esse poder absoluto, se o poder for partilhado entre o soberano e qualquer outra instância, haverá sempre a necessidade de alguém arbitrar as disputas entre a decisão soberana e a essa outra fonte de decisão, e assim o estado de guerra irrompe de novo. Ou seja, a paz social só será garantida se houver um poder soberano, isto é, um poder público instituído que represente a vontade da associação política. O filósofo insiste que é necessário que se institua um poder público único, por meio da transferência da vontade de cada um a um único indivíduo que unifica as vontades e concentra todo poder decisório, o soberano. Segundo ele,

> diz-se que um Estado foi instituído quando uma multidão de homens concordam e pactuam, cada um com cada um dos outros, que a qualquer homem [...] a quem seja atribuído pela maioria o direito de representar a

> pessoa de todos eles (ou seja, de ser seu representante) [...] deverão autorizar todos os atos e decisões desse homem [...], tal como se fossem seus próprios atos e decisões, a fim de viverem em paz uns com os outros (*Leviatã*, Livro II, Cap. XVIII).

Por isso tudo, Hobbes é considerado um dos autores fundadores das noções modernas de soberania e de representação política.

Assim, concluímos nossa discussão sobre Hobbes enfatizando dois aspectos: a vinculação da doutrina política hobbesiana aos pressupostos filosóficos da moderna visão científica do mundo (com sua compreensão objetificadora e mecanicista dos fenômenos naturais); e a influência que as formulações de Hobbes sobre Estado, autoridade e soberania têm sobre nossa compreensão contemporânea do que é cidadania e do que é a política (somos livres e iguais e o Estado detém o poder absoluto de regular conflitos e assim por diante).

Jean Jaques Rousseau

Na sequência de nossa discussão sobre o contratualismo moderno, o segundo momento da aula abordou o pensamento ético e político de Jean Jaques Rousseau, filósofo genebrino que viveu entre 1712 e 1778. Rousseau apresenta uma filosofia política própria que está exposta sobretudo em sua obra *O contrato social* (1762). Nela ele apresenta um modelo de contrato social largamente oposto ao apresentado por Hobbes. Rousseau critica a noção hobbesiana de soberania absoluta, ao considerar o próprio povo o titular da soberania. Com isso, ele é levado a criticar também a noção de representação política, substituindo-a por certo modelo de participação direta do povo.

Assim como Hobbes, Locke e os demais autores do contrato social, Rousseau afirma que por natureza os homens são livres e iguais. Entretanto, ele considera que em seu tempo eles não eram nem livres nem iguais. Rousseau acredita que os regimes políticos europeus eram, de fato, tiranias, ou seja, regimes opressores baseados na desigualdade entre os cidadãos. Rousseau entende que para compreender-se a raiz da desigualdade entre os homens é preciso remontar conceitualmente ao momento em que ela ainda não estava dada, que seria o estado de natureza. Mas ele criticará autores como Hobbes e outros por considerar que eles transpuseram para o homem em estado natural os

vícios e deformações observadas no homem em sociedade. Rousseau difere de Hobbes também por considerar que o estado natural seja um estado de paz e não um estado de guerra. Segundo ele: "todos, falando incessantemente da necessidade, avidez, opressão, desejo e orgulho, transportaram para o estado de natureza ideias que tinham adquirido em sociedade; falavam do homem selvagem e descreviam o homem civil" (Discurso sobre a origem da desigualdade entre os homens, p. 265).

Rousseau considera que a doutrina da soberania absoluta exposta por Hobbes em seu *Leviatã* equivale a uma tirania absoluta. No entanto, assim como Hobbes, Rousseau parte dos valores fundamentais da modernidade, a liberdade e a igualdade, assumindo o problema fundamental hobbesiano: como estabelecer a unidade e coesão moral e política necessária para a instituição do Estado se o lugar de onde partirmos é o de uma multiplicidade dispersa de indivíduos com interesses particulares distintos?

Rousseau percebe que para opor-se ao tipo de governo que Hobbes endossa seria preciso opor-se aos princípios mesmos de que parte essa filosofia política: a descrição hobbesiana da natureza humana. A investigação de Rousseau acerca do ser humano em estado de natureza é desenvolvida em sua obra chamada *Origem da desigualdade entre os homens* (1755). Nela ele apresenta uma forte crítica à cultura e civilização de seu tempo, buscando compreender os maiores males de sua época: a desigualdade social e a falta de liberdade. Segundo Rousseau, é o estado presente que deve ser caracterizado como um estado de guerra, porque os homens do presente são degenerados no sentido de serem exclusivamente motivados pelo egoísmo. A partir daí, Rousseau reconstrói o desenvolvimento histórico da desigualdade entre pobres e ricos, poderosos e fracos e escravos e senhores com vistas a explicar de que modo um ser originalmente bom se torna um ser degenerado e mau.

Segundo Rousseau, o estado natural é originalmente um estado de paz e tranquilidade, porque os indivíduos humanos vivem isolados uns dos outros e, como todos animais, encontram na natureza tudo o que precisam para se conservar. Entretanto, a natureza humana não é estável! A característica natural que distingue os humanos dos demais animais é sua capacidade de "autoaperfeiçoamento". Apenas o ser humano é dotado da faculdade de desenvolver e aperfeiçoar todas as suas demais faculdades. Cada animal é, ao fim da sua vida, o que todos os animais da sua espécie sempre foram. Apenas a espécie

humana progride e se desenvolve, por meio do desenvolvimento dos indivíduos. A capacidade de aperfeiçoamento permite que o ser humano arranque a si mesmo de sua existência meramente animal e adentre no universo da cultura, progredindo de estágio a outro de civilização. Para Rousseau, dentre os desenvolvimentos no interior do estado de natureza, a invenção da propriedade privada é o acontecimento fundamental que explica a origem da desigualdade social e da falta de liberdade.

Agora que os alunos já estavam familiarizados com a concepção de indivíduo em Rousseau, pudemos lançar a pergunta fundamental de sua filosofia política: como então alcançar a igualdade e a liberdade partindo de bases modernas, isto é, de indivíduos que possuem interesses particulares distintos, mas devem formar um todo coeso? Será na obra *Do Contrato Social* que Rousseau apresenta o seu próprio modelo de sociedade política legítima, cujo fundamento se encontra na soberania popular. Para Rousseau, apenas são legítimos os regimes em que o próprio povo é o soberano, i.e., em que o poder político não se exerce por transferência e representação, mas de maneira mais ou menos direta. O conceito-chave para entendermos a concepção de legitimidade política de Rousseau é o conceito de "vontade geral". O Estado que garante a liberdade e a igualdade deve estar fundamentado na "vontade geral", que não se confunde com a mera soma das vontades individuais. O problema da "vontade geral" e da instituição do Estado se põe nos seguintes termos, segundo Rousseau: "encontrar uma forma de associação que defenda e proteja de toda a força comum a pessoa e os bens de cada associado, e pela qual, cada um, unindo-se a todos, não obedeça portanto senão a si mesmo, e permaneça tão livre como anteriormente. Tal é o problema fundamental cuja solução é dada pelo *Contrato Social*" (*Do Contrato Social*, p. 38).

Rousseau parte do princípio que os indivíduos não podem transferir sua vontade para outrem, do contrário perderiam o bem humano mais fundamental, que nos distingue dos animais, a liberdade da vontade. Por isso, ele considera que no momento de formação do pacto civil os indivíduos têm de realizar uma transformação interna que os conduz da liberdade natural à liberdade civil, quando sua vontade deixa de ser meramente individual e passa a se apresentar na forma da vontade geral. A liberdade civil deve guardar os mesmos conteúdos da liberdade natural, com a diferença fundamental que ela agora constitui uma vontade geral. A vontade do indivíduo deve coincidir com a

vontade do todo para que haja a possibilidade de instituição de um corpo político capaz de garantir a liberdade e a igualdade. Nesse contrato social todos abrem igualmente mão da sua liberdade natural, em favor da liberdade civil. Apenas quando o povo é ao mesmo tempo súdito e soberano, num contexto de igualdade, é que a liberdade civil pode ser instaurada. E este contrato exige que os indivíduos abram mão de seus interesses particulares considerando-se membros de uma vontade coletiva ou geral.

Assim, para concluir nossa discussão sobre Rousseau, destacamos o caráter de crítica social que marca seu pensamento ético e político: de um lado, a crítica ao egoísmo individual nas sociedades modernas, de outro, a proposta de um que busca a igualdade e na liberdade, baseado no exercício da soberania popular.

Immanuel Kant

No último movimento da aula, abordamos a filosofia moral de Immanuel Kant, filósofo alemão que viveu entre 1724 e 1804. De saída salientamos que Kant acompanha o movimento geral da Filosofia moderna, ao se propor a pensar nossos costumes, nossas relações interpessoais e a justificar o poder político a partir da perspectiva do sujeito ou indivíduo.

Chamou atenção especial dos alunos a maneira como Kant aprofunda e radicaliza o movimento de fundação subjetiva das normas sociais, iniciado com a Ética e a Política de Hobbes e Rousseau. Em Kant, o sujeito não é apenas autor das leis políticas a que se submete, é autor também das próprias normas morais e éticas. Essa é a chave por meio do qual introduzimos o princípio moral fundamental da Ética de Kant, apresentando-o como apropriação e subjetivação do princípio político fundamental formulado por Rousseau. Os alunos dispunham a essa altura dos instrumentos conceituais para compreender que Kant empresta de Rousseau seu conceito de soberania popular (ou autonomia política).

Kant é um autor para quem nem a ordem do cosmos, nem a natureza, nem a benevolência de Deus bastam para explicar a origem das leis éticas ou morais. Ele se propõe a buscar um princípio fundamental para orientar nossos juízos sobre o certo e o errado, o bem e o mal, o justo e o injusto. E Kant traz para o campo da Ética os mesmos critérios de objetividade que orientam a moderna

ciência da natureza, a necessidade e a validade universal de seus enunciados. Mas como seria possível encontrar um princípio que nos permita decidir sobre o certo e o errado, um princípio que seja válido necessariamente e universalmente sem pressupor a existência de um Deus externo à razão humana?

Kant formula a resposta para esse problema nas obras *Fundamentação da Metafísica dos Costumes* (1784) e *Crítica da razão prática* (1788). O ponto de partida de Kant são os juízos cotidianos da razão humana comum. Nós temos consciência do dever ou da obrigação moral, mas é preciso investigar qual princípio nos permite ter essa consciência. A partir daí lançamos uma série de perguntas para os alunos: o que torna as normas morais válidas para todos? Por que temos consciência do dever moral. Por exemplo, quando mentimos para sair de uma situação embaraçosa, por que temos consciência de que não deveríamos ter agido assim?

O critério que Kant encontrou para julgar se nossas ações são ou não ações morais é formulado da seguinte maneira: "aja apenas segundo a máxima pela qual possa ao mesmo tempo querer que ela se torne lei universal" (*Fundamentação da metafísica dos costumes*, p. 215). A razão comanda adotar princípios subjetivos para a minha ação (máximas) que poderiam ser adotados como princípios de conduta de vida para todos os seres racionais em geral (leis). Esse comando é incondicionado, ou seja, independe dos fins particulares e empíricos de cada indivíduo. Por isso Kant diz que esse princípio se expressa em um imperativo categórico: a razão manda categoricamente.

Kant entende que o homem é afetado de diversas maneiras por impulsos ou interesses não coincidentes com aquilo que a razão comanda. Então, como explicar que a razão possa comandar independentemente de desejos e interesses particulares? Como explicar que o sujeito obedece a leis morais? Kant pode explicar nossa consciência do dever ou da obrigação moral a partir da ideia de autolegislação ou autonomia da vontade.

Como já havíamos desenvolvido o conceito de soberania popular em Rousseau, os alunos puderam compreender o conceito de autonomia em Kant da perspectiva do desenvolvimento da Ética moderna. Pois é possível notar que Kant retoma o conceito de autolegislação introduzido por Rousseau: só posso me considerar como submetido às leis estabelecidas por um corpo político do qual eu mesmo faço parte, ou seja, só posso me submeter às leis quando eu mesmo sou autor dessas leis (quando sou autolegislador). Kant amplia essa

ideia de autolegislação para o âmbito da moral: só me submeto às leis que considero como provenientes da minha própria vontade, considerada como universalmente legisladora.

Por fim, para concluirmos a aula, destacamos que, assim como a ideia de vontade geral, a ideia de "autolegislação" (ou seja de uma vontade que "dá leis para si mesma") não significa uma moral individualista de um sujeito isolado. Pelo contrário, a vontade que se representa como universalmente legisladora se representa como a unidade de todas as vontades dos seres racionais em geral, que estabelece uma legislação moral racional. Trata-se de adotar apenas os princípios éticos ou morais que poderiam ser estabelecidos como leis por todos os seres racionais em geral e que poderiam ser seguidas por todos eles.

O utilitarismo e a felicidade como fim último da ação moral

O utilitarismo é uma teoria que defende que o prazer ou a felicidade deve ser o fim último da ação moral e, então, essa ação tem que procurar maximizar, de maneira imparcial, a felicidade de todos. Dentre os seus maiores defensores encontramos o jurista e filósofo Jeremy Bentham (1748-1832) e o filósofo e economista John Stuart Mill (1748-1832), ambos nascidos em Londres. Interessante que os utilitaristas irão se contrapor aos pensadores analisados na última aula, especialmente Kant, Hobbes e Rousseau. Essa importante corrente de pensamento parte, *grosso modo*, de dois grandes pressupostos conceituais: o sensualismo e o consequencialismo. O primeiro, herança, sem dúvida, da filosofia de Epicuro, que estudamos na aula de Bases Epistemológicas da Ciência Moderna, afirma que tudo na natureza é constituído de átomos e vazios. Se assim for, todo o âmbito da metafísica é afastado e o que resta é o mundo material, os sentidos, as sensações, os prazeres – e as dores – ligados aos corpos[11]. Dessa maneira, as sensações que experimentamos seriam suficientes para distinguir aquilo que é bom do que não é. Ora, as sensações de prazer são boas, ao contrário das de dor que não são boas. O segundo pressuposto é o consequencialismo, isto é, a ideia de que devemos avaliar nossas ações sempre a partir das consequências que ela produz. Assim, o critério para definirmos o que seja uma boa ação será a consequência desta e essa sempre deverá causar prazer, isto é, felicidade, ausência de dor. Lembremos as palavras de Epicuro na

11 Cf. Capítulo 1 do presente livro.

sua *Carta a Meneceu*: "o prazer é o primeiro e o mais desejado bem. É o ponto de partida de toda escolha e toda aversão, e é a ele que recorremos quando fazemos das sensações a regra pela qual julgamos todas as coisas boas". Nesse momento da aula abrimos espaço para discutirmos sobre alguns conceitos relacionados ao consequencialismo, como o instigante "Dilema do Bonde"[12].

Depois do "Dilema do Bonde", outra questão apareceu em aula, qual seja, a diferença entre o utilitarismo e o egoísmo. Aqui foi importante mostrarmos que há uma distinção fundamental, isto é, o escopo das consequências visadas: os utilitaristas visam a maximização do bem de todos, já os egoístas visam a maximização do bem de apenas uma pessoa em particular. Assim, para o utilitarismo, o comportamento moralmente apropriado não fere às outras pessoas, mas sim aumenta a felicidade ou a "utilidade" geral. Escutemos um de seus iniciadores:

> A Natureza colocou a humanidade sob o governo de dois mestres soberanos, a dor e o prazer. É só a eles que precisamos consultar sobre o que devemos fazer... Por princípio da utilidade se entende o princípio que aprova ou desaprova a cada ação que seja de acordo com a tendência que parece ter de aumentar ou diminuir a felicidade da parte cujo interesse está em questão: ou, o que é a mesma coisa em outras palavras, para promover ou para se opor a tal felicidade (*Uma introdução aos princípios da moral e da legislação*, capítulo 1).

O interessante do nosso ponto de vista é que Bentham acreditava que o prazer e a dor poderiam ser, no limite quantificados e, portanto, medidos[13]. Só assim, poderiam, de fato, ser utilizados como critérios objetivos éticos.

---

12 Suponha que você é o condutor de um bonde e o bonde está correndo sobre os trilhos a 100 Km/h e no final do trilho há cinco trabalhadores trabalhando. Você tenta parar o bonde, mas não consegue: os freios não funcionam. Você fica desesperado, porque você sabe se você bater nos cinco trabalhadores todos vão morrer. Você se sente impotente até você notar que à direita há um trilho de desvio e no final daquele trilho de desvio há um trabalhador trabalhando no trilho. Seu volante funciona. Então você pode desviar o bonde, se quiser, para o trilho à direita matando um trabalhador, mas poupando os outros cinco. Pergunta-se: o que você faria? Cf. SANDEL, M. *Justiça O que é fazer a coisa certa*. São Paulo: Civilização Brasileira, 2011.

13 As medidas de quantidades utilizadas são: intensidade: duração, certeza ou incerteza, proximidade ou longinquidade, fecundidade, pureza e extensão (o número de pessoas que serão afetados pelo prazer ou pela dor), cf. BENTHAM, J. *Uma introdução aos princípios da moral e da legislação*, capítulo IV.

Muitas foram (e continuam sendo) as críticas recebidas pelos utilitaristas. A principal delas se refere ao fato de que a ênfase no *locus* nas sensações como critério ético entra em conflito com as éticas da virtude. Para estas, como vimos com Aristóteles, por exemplo, o que vale são as chamadas virtudes morais, tais como a coragem, a temperança, a bondade, afinal são essas que conduzem os homens à verdadeira e única felicidade. No limite, para as éticas da virtude, o âmbito sensualista, o âmbito dos prazeres, significa muito pouco, ou mesmo nada, se não estiver vinculado à virtude. Por outro lado, se pensarmos na filosofia kantiana, as boas ações não podem e nem devem ser pensadas com base nas suas consequências e sim em função dos deveres relativos à lei moral e, portanto, um dos alicerces do utilitarismo cai por terra. De qualquer maneira, o utilitarismo abriu um espaço importante para se pensar e repensar o fundamento moral de uma perspectiva distinta cujo fundamento está na sensação e no âmbito corpóreo do humano, perspectiva importante que abriu caminho para uma parte das éticas contemporâneas.

Considerações finais: ética e ciência

Após termos trabalhado conceitualmente a relação entre Conhecimento e Ética na antiguidade e na modernidade (a organicidade e sistematicidade dos saberes e as virtudes morais que fazem do ser humano a parte mais excelente do *cosmos*; a destruição do *cosmos* ordenado na modernidade e as teorias contratualistas, com seu ponto de partida no indivíduo em estado de natureza; a radicalização da fundação subjetiva das normas com a proposta de um princípio moral universal em Kant; e a radicalização do sensualismo e do consequencialismo com o princípio da maximização da utilidade com os utilitaristas) pudemos discutir na última aula, em caráter de conclusão, de que maneira essas questões reverberam na Ética e na Filosofia Política contemporâneas. O ponto de partida dessa aula foi a constatação de que conceitos fundamentais para a Ética moderna (tais como "estado de natureza", "natureza humana", "felicidade" e, sobretudo, "razão") tornaram-se implausíveis do ponto de vista de nossa visão científica do mundo. A partir daí, os alunos-professores foram levados a formular a ideia de que esses conceitos dificilmente podem estar na base de uma Ética adequada ao mundo contemporâneo. Assim, ficava claro que perguntas formuladas em sala de aula (tais como: "por que não há acordo

sobre as definições de 'estado de natureza'? "; "como Rousseau pode saber o que é a 'natureza humana'?"; ou "como pode Kant fundar uma moral universal, quando vimos que a moral varia historicamente?" etc.), na verdade expressavam dúvidas e inquietações que são também às das teorias éticas e políticas contemporâneas. Pudemos ver que a Ética contemporânea surge de problemas de fundamentação apresentados nas teorias modernas estudadas anteriormente, ora prosseguindo as suas ambições, ora propondo uma leitura crítica do projeto moderno à luz de concepções éticas e políticas antigas.

Para indicar algumas das teorias éticas contemporâneas, trouxemos dois exemplos de autores, Johns Rawls e Hannah Arendt. O pensamento ético e político de Rawls mostrou-se interessante porque Rawls apresenta uma teoria contratualista (de caráter liberal e igualitário) sem partir, no entanto, do conceito de "estado de natureza". Ao mesmo tempo, sua teoria propõe-se a encarar a dificuldade de compatibilizar os dois valores fundamentais das sociedades contemporâneas, liberdade e igualdade, sem pressupor nenhum conceito metafísico de pessoa, ou seja, recusando a ideia de "natureza humana". O pensamento de Arendt nos permitiu tematizar as críticas contemporâneas à ideia moderna de "poder", como obtenção dos meios para realização de um fim, que pressupõe a ideia de mando e obediência ou de imposição da vontade de um sobre a de outro. Considerando essa uma noção meramente "instrumental" de "poder", Arendt reivindica que pensemos as relações éticas por meio de uma noção "comunicativa" de "poder", i.e., poder como a capacidade humana de agir em conjunto a partir da formação de uma opinião pública. E aqui foi valioso pensarmos sobre o resgate que a filósofa faz, por meio da filosofia aristotélica, entre espaço privado e público, inclusive para refletirmos sobre a nossa sociedade contemporânea que valoriza tão pouco o espaço público.

Referências

ARISTÓTELES. *Ética a Nicômaco*, Livro I. São Paulo: Abril Cultural, 1987 (Col. Os Pensadores).

ARISTÓTELES. *Metafísica*. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

BENTHAM, J. *Uma introdução aos princípios da moral e da legislação*. São Paulo: Abril Cultural, 1984 (Col. Os Pensadores).

CHAUI, M. *Introdução à História da Filosofia*, vol. I. São Paulo: Brasiliense, 1995.

ÉVORA, F. *A revolução copernicano-galileana*, vol. I. Campinas: CLE, 1993.

HOBBES, T. *Leviatã*. São Paulo: Abril Cultural, 1979 (Col. Os Pensadores).

KANT, I. *Metafísica dos costumes*. São Paulo: Vozes, 2013.

ROUSSEAU, J. J. *Do Contrato Social, Discurso sobre a origem e os fundamentos da desigualdade entre os homens.* São Paulo: Abril Cultural, 1983 (Col. Os Pensadores).

SANDEL. M. *Justiça, o que é fazer a coisa certa*. São Paulo: Civilização Brasileira, 2011.

VIEIRA, R. *Raízes Históricas da medicina ocidental*. São Paulo: FAP/UNIFESP, 2012.

FILOSOFIA DA TECNOLOGIA: UM PANORAMA COM APONTAMENTOS PARA A EDUCAÇÃO

Renato Rodrigues Kinouchi[1]

Introdução

Este texto contém partes dos conteúdos ministrados na disciplina *Filosofia da Ciência* do curso de formação oferecido a alunos-professores da Prefeitura Municipal de São Paulo. O assunto ora tratado, pertencente mais especificamente à tecnologia, ainda não é muito habitual em cursos tradicionais, cujos conteúdos costumam ter um viés mais logicista, circunscrito ao chamado "contexto da justificação" das teorias científicas. Optou-se aqui, no entanto, pela discussão de assuntos referentes ao "contexto da descoberta", retomando e discutindo, sob outro enfoque, alguns temas já lecionados nas disciplinas de Bases Epistemológicas da Ciência Moderna e de Ética.

O primeiro ponto a assinalar, preliminarmente, refere-se ao quão gratificante foi discutir tais assuntos com os nossos alunos-professores. De fato, a interação com a classe foi considerável e muitos dos questionamentos colocados pela audiência eram bastante sofisticados. Atribuo isso ao fato de que nossos alunos-professores possuíam, no meu entender, um repertório de conhecimento prévio sensivelmente mais amplo do que costumo encontrar nas turmas de graduação na universidade. Ora, há uma explicação bastante simples para isso: nossos alunos-professores são pessoas formadas com considerável experiência pedagógica e profissional, enquanto que a maioria dos alunos da universidade mal ultrapassaram a puberdade. Nesse sentido, não encontrei dificuldade em apresentar o conteúdo filosófico visado, e os questionamentos

1 Professor Associado do Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC (UFABC), São Bernardo do Campo, Brasil, renato.kinouchi@ufabc.edu.br

e dúvidas da classe criaram um ambiente de aprendizagem dialógico bastante significativo.

As reflexões aqui expostas começam com uma breve discussão do papel da técnica para a humanidade, com especial atenção para a questão das limitações historiográficas relativas aos achados arqueológicos e aos documentos antigos. A partir desse quadro inicial, comparou-se o conhecimento técnico com o conhecimento dito científico, cujo nascimento é usualmente atribuído ao gênio grego. Essa primeira questão liga-se fortemente com os conteúdos tratados no início da disciplina Bases Epistemológicas da Ciência, especialmente no que diz respeito à distinção aristotélica entre *Techné* e *Episteme*.

A partir dessa distinção inicial, discute-se a paulatina aproximação dessas duas categorias de conhecimento ao longo da modernidade. O objetivo é confrontar a ideia ingênua de que a tecnologia é simplesmente uma forma de aplicação da ciência, visto que já é consenso entre os especialistas que a relação entre ciência e técnica não é uma via de mão única, inequívoca e sem percalços. Essa parte do argumento aqui desenvolvido vincula-se a conteúdos da segunda metade do curso de Bases Epistemológicas da Ciência Moderna, naquilo que toca à revolução científica moderna e aos autores clássicos desse período.

A seguir, veremos como alguns filósofos interpretaram tais mudanças e as visões de mundo que resultam de suas diferentes visões. Distinguiremos entre aqueles que sustentam uma visão *prometeica* da ciência e da tecnologia, e aqueles que sustentam uma visão *fáustica* sobre tais assuntos. Nesse ínterim, discutiremos questões éticas suscitadas pela civilização tecnológica, fazendo ligações com os conteúdos tratados na disciplina Ética do curso. Como conclusão será discutida uma terceira visão sobre a ciência e a tecnologia, com especial atenção para o papel da educação como forma de empoderamento das novas gerações frente aos desafios éticos do mundo contemporâneo.

Colocando o problema

Vivemos em uma civilização tecnológica. Tal afirmação, cujo pleno significado pretende-se esclarecer neste capítulo, tem sido muito frequentemente discutida, senão fomentada, tanto pela grande mídia quanto por pesquisadores especializados. A maioria de nós, habitantes dos centros urbanos contemporâneos, vive cercada de aparatos tecnológicos cujo funcionamento na verdade

mal compreendemos. As novas gerações, com efeito, crescem imersas nesse ambiente tecnológico, de modo que o caminho civilizatório tomado já não pode ser voluntariamente recusado – tratam-se de nativos digitais. Mas, afinal, se tudo isso é mesmo verdade, importa saber como chegamos a esse estado de coisas. Como nos tornamos uma civilização tecnológica? A partir de nossos estudos sobre as Bases Epistemológicas da Ciência Moderna, a Ética e a Filosofia da Ciência e da Tecnologia, podemos entrever algumas respostas para essas questões, as quais, por sua vez, geram novas e inquietantes perguntas.

A título de ilustração, examinemos um desses aparatos tecnológicos que passaram a fazer parte de nosso cotidiano: os *smartphones*. À primeira vista, trata-se de um objeto cujo funcionamento agrega diversas funções antes executadas por aparelhos distintos, agora integradas em um único aparelho com formas de uso bastante flexíveis. Mas o que dá suporte material a tudo isso? Como esse aparelho realmente funciona? Nós, usuários de smartphones, não nos interrogamos sobre isso até que o aparelho deixe de funcionar por alguma razão. Aliás, quase ninguém se arrisca a desmontar um aparelho desses, e mesmo que o fizesse a pessoa só veria ali pequenas peças soldadas umas às outras e, no máximo, conseguia trocar a bateria, a qual é fácil de distinguir. Todavia, cada um daqueles pequenos componentes foi projetado por engenheiros, fabricado em massa em uma fábrica distante, minuciosamente montados e posteriormente distribuídos por imensas cadeias de distribuição logística, antes que possamos usufruir as funcionalidades ali reunidas. E, acima de tudo, o aparelho só alcança sua total operação quando se conecta a uma formidável rede de informações e dados sob controle das corporações multinacionais de telefonia e telecomunicações. O que queremos salientar é que os objetos tecnológicos só operam dentro de um *sistema* tecnológico. Se não atentarmos para essa noção, a saber, a da existência de um sistema tecnológico, não seremos capazes de perceber como nos tornamos uma civilização tecnológica.

A história e as técnicas

Em um livro bem recebido pela crítica especializada – intitulado *Sapiens: uma breve história da humanidade* – o historiador Yuval Harari parte da seguinte premissa: "há cerca de 70 mil anos, os organismos pertencentes à espécie *Homo Sapiens* começaram a formar estruturas ainda mais elaboradas

chamadas culturas. O desenvolvimento subsequente dessas culturas humanas é denominado história" (HARARI, 2015, p. 11). A gênese de nossa civilização tecnológica decorre dessa história longínqua e remota, sendo muito importante perceber que próprio conhecimento histórico sobre os primórdios da humanidade tem sido classificado e organizado segundo estágios de fabricação e utilização de artefatos técnicos. Assim, tradicionalmente dividem-se os grandes períodos pré-históricos em: i) Idade da pedra lascada (Paleolítico); ii) Idade da pedra polida (Neolítico) e iii) Idade dos metais (cobre, bronze e ferro). A escrita, atividade técnica *par excellence*, é exatamente o que divide aqueles períodos remotos em relação às grandes civilizações da Antiguidade. Ou seja, é por meio de achados arqueológicos de natureza técnica que organizamos nosso conhecimento sobre o mais longo período histórico vivido pelos seres humanos, que durou praticamente 150 mil anos.

Harari (2015) chama atenção para um detalhe que é da máxima importância a respeito desse assunto. Dado que nosso único acesso a tal passado remotíssimo é feito por achados arqueológicos, então é a natureza daquilo que achamos que tem guiado nosso conhecimento. Com efeito, pedras lascadas são artefatos extremamente resistentes à ação do tempo, de modo que são aquilo que sobrou no ambiente para ser encontrado por nós hoje em dia. Muito provavelmente, os seres humanos daquela época dispunham também de artefatos feitos de outros materiais tais como a madeira, mas isso nunca saberemos porque restaram daquela época apenas as pedras lascadas. Outro exemplo, sabemos muito pouco a respeito da confecção de roupas feitas com peles de animais, mas tal conhecimento vem indiretamente quando se encontram fragmentos de ossos que aparentemente funcionam como agulhas. As roupas elas mesmas, todavia, nunca serão descobertas pois já se degradaram no ambiente.

Por volta de 12 mil anos atrás ocorre uma perceptível mudança nos instrumentos de pedra, que passaram a ser polidos ao invés de lascados, coincidindo com uma profunda alteração em outros achados arqueológicos. Trata-se do surgimento da agricultura, da domesticação de animais e dos primeiros assentamentos humanos duradouros. As populações humanas daquela época, majoritariamente praticantes de um sistema de caça e coleta, passaram gradativamente a domesticar algumas espécies de plantas e animais. Aparecem também artefatos feitos de cerâmica, os quais são tão resistentes à ação do tempo quanto os de pedra. Entretanto, toda a possível gama de artefatos de

madeira, couro, lã, etc., daquela época deixou parcos vestígios. Em suma, aquelas populações dispunham de variados utensílios para além das pedras polidas e das cerâmicas que sobreviveram ao tempo, de modo que talvez tenhamos uma visão bastante distorcida do que se poderia chamar, anacronicamente, de bens de consumo neolíticos. Por exemplo, achados arqueológicos mostram que a produção de cerveja já era conhecida há mais de 7500 anos atrás. Com efeito, no final do neolítico, diversos produtos alimentares que hoje compõem nossos cardápios já eram literalmente fabricados pelos cozinheiros neolíticos: o pão, o azeite e o vinho são os exemplos mais notórios.

A Idade dos Metais, como era de se esperar, é inferida a partir dos vestígios arqueológicos da forja de metais de maior resistência, na sequência, cobre, bronze e ferro, com evidentes fins militares. As lutas pelo poder e as sangrentas batalhas descritas nos mitos orais das civilizações antigas (por exemplo, a guerra de Tróia) são dessa época, e só muito mais tarde foram escritas na forma que as conhecemos hoje. A escrita, com efeito, não foi inventada para registrar aqueles acontecimentos míticos; muito pelo contrário, os mais antigos achados escritos são na sua maioria fragmentos de anotações numéricas. Tais anotações eram utilizadas para controlar estoques de alimentos e outros bens dos impérios que se formavam. Os primeiros escritores eram, na realidade, contabilistas. Por outro lado, o conhecimento geométrico era de vital importância para a construção civil (construção de pirâmides, por exemplo) e para a delimitação dos campos de cultivo. Para nossos propósitos, é muito importante assinalar o surgimento e aprimoramento daquilo que hoje chamamos aritmética e geometria, pois será a partir delas que aparecem as primeiras práticas às quais podemos denominar de propriamente científicas.

A ciência antiga

Os historiadores da matemática Daniel Mansfield e Norman Wildberger publicaram recentemente um artigo no qual alegam haver elucidado o significado de um achado arqueológico extremamente intrigante. Trata-se da tábua de argila babilônica conhecida como Plimpton 322, onde se encontram grafados signos cuneiformes dispostos em quinze linhas e quatro colunas formando uma tabela trigonométrica extremamente precisa com as medidas de catetos e de hipotenusas de triângulos retângulos. Segundo o recente estudo,

os babilônios foram capazes de construir tais tábuas trigonométricas usando apenas as proporções entre os lados dos triângulos retângulos, sem necessidade do conceito de ângulo, graças à própria estrutura numérica de seu sistema de notação hexadecimal (MANSFIELD; WILDBERGER, 2017). Os autores especulam que tábuas trigonométricas desse tipo auxiliaram em cálculos arquitetônicos complexos requeridos, por exemplo, na construção de templos e canais de irrigação. Vale assinalar que o Plimpton 322 é aproximadamente 1500 anos mais antigo do que os primeiros registros acerca do teorema de Pitágoras.

Essa é mais uma evidência de que diversas civilizações antigas dispunham de muitas técnicas que desconhecemos em razão da própria dificuldade de encontrar vestígios preservados o suficiente para que possamos decifrá-los. Diante disso, por que os filósofos ocidentais insistem em dizer que as primeiras atividades estritamente científicas se deram na Grécia? Dado que qualquer escriba babilônio dispunha de uma tabela precisa com *triplets* pitagóricos (isto é, números inteiros que satisfazem a equação $a^2 + b^2 = c^2$), por que se insiste em afirmar uma suposta superioridade da matemática grega?

Uma das respostas possíveis envolve a maneira pela qual as elites científicas ocidentais justificam suas apropriações culturais e o apagamento do legado das culturas concorrentes, num processo denominado de *epistemicídio*. Em breves palavras, a história costuma ser contada pelos opressores e tudo o que não remete ao Ocidente europeu é hoje por nós depreciado. Há uma boa dose de razão nessa explicação, principalmente quando se leva em conta o imperialismo das potências ocidentais do século XIX, época de florescimento da arqueologia e dos estudos sobre a Antiguidade.

A resposta tradicional, entretanto, é outra. Não se pretende aqui simplesmente defender essa versão, mas é preciso discorrer a respeito dela tendo em vista as relações entre técnica e ciência. Trata-se do significado preciso daquilo que vulgarmente chamamos de conhecimento. Como visto em nossa disciplina da Bases Epistemológicas da Ciência Moderna, os gregos tinham uma palavra específica para isso, a saber, *episteme*. Para Aristóteles, por exemplo, o conhecimento das causas é importante para mostrar porque as coisas são tal como são e não podem ser de outro jeito (Cf. Aristóteles, Analíticos Posteriores, Organon IV). Trata-se de um tipo de um saber universal, logicamente necessário, definitivo e absoluto. Em linguagem atual, dizemos que tal

conhecimento é constituído por *crenças verdadeira justificadas*; ou seja, saber que algo é verdade e ao mesmo tempo ser capaz de fornecer provas, demonstrações, que justifiquem por que as coisas são realmente dessa maneira e não de outra.

Essa definição de *episteme*, com efeito, nos ajuda a perceber a diferença entre as tábuas trigonométricas babilônias e o teorema fornecido por Pitágoras. Este último conseguiu demonstrar seu famoso teorema geometricamente garantindo que para todo e qualquer triângulo retângulo a soma dos quadrados dos catetos sempre será igual ao quadrado da hipotenusa. Por outro lado, tabelas como o Plimpton 322, por mais exatas que sejam, contém a especificação de apenas alguns desses triângulos. De certo, tais tábuas contêm afirmações verdadeiras sobre os triângulos retângulos ali especificados, mas não possuem a generalidade e a necessidade lógica alcançada por um teorema matemático. O tipo de conhecimento contido no teorema de Pitágoras é de natureza teórica, uma contemplação da verdade sobre *todos* os triângulos retângulos imagináveis. Para os gregos, o valor desse tipo de conhecimento residia exatamente em sua própria natureza intrinsecamente verdadeira como um fim em si mesmo. A utilidade prática desse conhecimento era considerada um valor menor, até mesmo desprezível em comparação com a satisfação da busca da verdade pela verdade. Na concepção aristocrática dos gregos, um artesão ou escravo educado seria capaz de usar tábuas trigonométricas para resolver problemas práticos, tal como os babilônios faziam, mas apenas um espírito esclarecido seria capaz de apreender a verdade absoluta e atemporal contida em um teorema matemático, sem sujeitá-la a ser um mero meio de se construir templos e palácios.

Esse *saber fazer* templos, palácios, canais de irrigação, espadas de ferro, vestuário, etc., recebia o nome de *techné*, o que atualmente é denominado como técnica. Por outro lado, o conceito tradicional de ciência é tributário da noção de *episteme*, uma atividade teórica e contemplativa. Na Antiguidade ocidental esses dois tipos distintos de saber desenvolviam-se em trajetórias paralelas, visando fins distintos. Entretanto, temos insistido que os antigos dispunham de uma grande quantidade de técnicas que muitas vezes são subestimadas por nós. Aliás, naquele ambiente, o saber técnico era visto por muitos como sustentáculo de um modo de vida artificial e contrário aos anseios mais elevados. Examinemos a passagem abaixo:

> A civilização do luxo é um desvio em relação à natureza: dia-a-dia cria novas necessidades, que aumentam de época para época; o engenho está a serviço dos vícios [...] Todas estas técnicas que enchem de agitação e ruído as nossas cidades estão a serviço do corpo; o que outrora se lhe concedia a título de escravo, é-lhe atualmente outorgado como a um soberano. Daqui provém essa profusão de oficinas onde se fabricam tecidos ou artigos metálicos, onde se destilam perfumes; todas essas escolas de dança e canto sensual [...] A filosofia está a um nível superior: os seus ensinamentos dirigem-se à alma, não às mãos! Queres saber quais são as suas descobertas, as suas realizações? Não são decerto os passos de dança elegantes, ou os diversos ruídos produzidos pelo ar ao sair, ou ao passar, pela trompa ou pela flauta até formar um som harmonioso. A filosofia também não se empenha em fabricar armas, enfim, em ser útil às artes da guerra: sua preocupação é a paz, o seu empenho é incitar todos os homens à concórdia. O filósofo, repito, não fabrica instrumentos necessários às necessidades correntes. Porquê atribuir-lhe uma atividade tão subalterna quando ele, na realidade, é um "artista da vida"? (SÊNECA, 2014, p. 445-448).

O excerto foi retirado de uma carta do filósofo romano Sêneca, escrita no primeiro século de nossa era. Contudo, caso essa informação fosse omitida, poderíamos facilmente acreditar que se trata de algo escrito por alguém vivo. Não obstante, cabe notar o esforço de Sêneca em salientar as diferenças entre as técnicas e conhecimento propriamente dito. Em nossos dias, essa separação é muito mais tênue, então precisamos dar um largo salto histórico para examinar a gênese da aproximação entre ciência e técnica que sustentará o sistema tecnológico subjacente à nossa atual civilização contemporânea.

Revoluções científicas e revoluções industriais

Conhecimento é poder. Essa famosa frase é usualmente atribuída ao filósofo inglês Francis Bacon, muito embora ele não a tenha enunciado exatamente nesses termos. Mas afinal de contas, que espécie de poder almejava Bacon? Poder político? Poder econômico?

Bacon (2014) tinha em mente algo muito mais abrangente pois, para ele, o conhecimento permitiria o poder de "controle da natureza" em benefício do ser humano. Trata-se da capacidade de controlar os eventos naturais de tal

forma a substituir a força humana em trabalhos rudes e perigosos; poder de controlar processos naturais como o envelhecimento, retardando-o e propiciando uma vida mais longeva e satisfatória às pessoas; enfim, tornar-se senhor do ambiente que nos cerca por meio do conhecimento sobre as causas que dão origem aos fenômenos da matéria e da vida.

Na realidade, grande parte dos filósofos modernos adere, em maior ou menor grau, a esse ideal de libertação do homem pela utilização do conhecimento sobre o mundo natural. Diferentemente dos filósofos antigos, os filósofos modernos são bem menos preconceituosos em relação ao conhecimento técnico, aplicado, obtido por observações empíricas diretas. Ademais, passou-se também a se utilizar muito mais artefatos técnicos na própria pesquisa científica. Por exemplo, o uso do telescópio foi fundamental para as descobertas de Galileu Galilei; por outro lado, relógios mecânicos passaram a ser usados para efetuar medições temporais mais precisas. De fato, a revolução científica moderna só foi possível devido a coleta de dados com instrumentos de observação astronômica mais precisos. O avanço técnico, com efeito, alavancou o progresso da ciência nessa área.

Entretanto, não se pode dizer que o avanço da ciência da época repercutiu com o mesmo efeito sobre as técnicas – ou seja, a técnica ajudou a ciência, mas a ciência não conseguiu retribuir imediatamente. A ciência moderna estava em sua infância, enquanto as técnicas estavam plenamente desenvolvidas em saberes práticos que eram repassados nos ateliês de artesãos especializados, arquitetos, mestres de obras, pedreiros, ferreiros, escultores, pintores etc. O parco conhecimento adquirido pela ciência da época prometia ser uma fonte inesgotável de poder quando fosse capaz de controlar a natureza, no futuro. Mas à época, o saber técnico acumulado era demasiadamente sofisticado para ser diretamente orientado pela ciência até então produzida. Na verdade, foi a ciência quem mais se beneficiou do colapso daquela visão puramente teórica, contemplativa, nutrida pelos filósofos gregos, pois isso abriu caminho para uma abordagem mais prática e experimental acerca da natureza.

Por exemplo, o conhecimento técnico necessário para se construir as primeiras máquinas a vapor era muito mais sofisticado do que aquilo que a ciência da época podia oferecer. Os inventores dessas primeiras máquinas no século XVIII recorreram aos saberes práticos da metalurgia e da mecânica, mas as leis que explicam o funcionamento dessas máquinas só foram plenamente

elucidadas na segunda metade do século XIX, quase 150 anos depois. A utilização do motor a vapor como propulsor para locomotivas envolveu um saber técnico extremamente apurado, mas a ciência da época pouco poderia contribuir para seu aprimoramento imediato. Todavia, os laços entre a ciência e a técnica começaram a se tornar mais fortes, particularmente no que diz respeito ao desenvolvimento de um *sistema técnico*. Os detalhes disso são muito interessantes.

O advento das estradas de ferro é o melhor exemplo da gênese desse sistema. Em poucas décadas inúmeras linhas férreas foram construídas na Inglaterra ligando as mais diversas cidades. Constatou-se, entretanto, que cada uma dessas cidades seguia um horário próprio de acordo com os relógios das igrejas locais, com ligeira variação entre elas. A diferença entre esses horários locais nunca tinha sido um problema porque as viagens sempre eram demoradas, consumindo dias inteiros. Mas os trens a vapor cobriam as distâncias mais rapidamente e atendiam passageiros em várias cidades no mesmo dia. Para haver uma programação de horários de partidas e chegadas era necessário ter um horário unificado para toda a Inglaterra. E é aqui que a ciência entrou: foi estipulado que seria usado o padrão horário do Observatório Astronômico de Greenwich. Ou seja, adotou-se o conhecimento científico astronômico, já extremamente desenvolvido, para ser o padrão que regeria o horário do sistema ferroviário e por consequência das próprias cidades atendidas pelo sistema. Ou seja, a ciência não foi utilizada para explicar e melhorar o desempenho das locomotivas, pois isso era feito com o saber técnico dos próprios construtores dessas máquinas. Mas por outro lado, a ciência, nesse caso a astronomia, foi mobilizada para coordenar o sistema como um todo. É o começo da formação de um sistema técnico com elementos científicos, que culminará em nossa tecnologia moderna. Mas essa aproximação aconteceu paulatinamente e teve que superar aquele hiato herdado do pensamento antigo, segundo o qual técnica e ciência eram atividades com finalidades diferentes.

Aquilo que chamamos de revolução industrial consiste na realidade em três distintos momentos. O primeiro deles é a revolução das máquinas à vapor, comentada anteriormente. A segunda fase da Revolução Industrial aconteceu durante a segunda metade do século XIX, sendo baseada no uso de motores de combustão interna e no uso da eletricidade, envolvendo o desenvolvimento da indústria petroquímica e as grandes redes de produção e distribuição de

energia elétrica. Com efeito, nessa fase nota-se uma interação muito maior entre a ciência e a técnica, pois o desenvolvimento dessas novas tecnologias dependia de conhecimentos científicos aplicados, tais como, por exemplo, a teoria do eletromagnetismo.

Finalmente, a terceira fase da Revolução Industrial ocorreu após a Segunda Guerra Mundial, em decorrência de vários avanços nos campos da informática, da energia atômica, da bioquímica etc. Nessa terceira fase, há uma enorme imbricação entre o conhecimento técnico e o conhecimento científico, dando ensejo ao que podemos chamar de conhecimento tecnológico propriamente dito. Ou seja, a nossa civilização tecnológica se consolidou em virtude de uma fusão gradual da técnica com a ciência que demorou aproximadamente três séculos. Tal fusão em larga medida já estava prefigurada no projeto baconiano de controle da natureza, mas só em nosso tempo esse controle realmente se efetivou. E se efetivou em tamanha escala que alterou a própria dinâmica geológica do planeta Terra. Com efeito, atualmente vários geólogos e ecólogos têm concordado que as mudanças ocasionadas pela Revolução Industrial deixaram marcas tão profundas no meio ambiente – tais como poluição atmosférica e descartes de vários resíduos produzidos artificialmente – que podemos dizer que vivemos em uma nova era geológica, usualmente denominada de *Antropoceno*, que significa a Era geológica dominada pelo homem. Um resumo esquemático das fases da Revolução Industrial encontra-se no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Fases da Revolução Industrial

	Primeira Revolução Industrial	Segunda Revolução Industrial	Terceira Revolução Industrial
Período histórico	Século XVIII	Século XIX	Século XX
Países envolvidos	Inglaterra	Europa ocidental, EUA e Japão	Distribuída pelo mundo
Inventos	Locomotivas e barcos a vapor, teares mecânicos	Motor de combustão interna e máquinas elétricas	Rádio, TV, computadores etc.
Insumos	Carvão e ferro	Petróleo, eletricidade e aço.	Energia atômica, robótica, informática, biotecnologias

Visões sobre a tecnologia: Prometeu *versus* Fausto

As transformações ocasionadas pela emergência da tecnologia vêm sendo objeto de reflexão de filósofos, historiadores e escritores há bastante tempo. Já no início do século XIX apareceram as primeiras obras literárias sobre o assunto como, por exemplo, *Frankenstein: ou o Moderno Prometeu*, de Mary Shelley. Interessa-nos particularmente o subtítulo do livro, no qual se faz referência ao mito de Prometeu. Cabe perguntar: qual o significado desse título? De fato, Dr. Frankenstein era o nome do criador do conhecido "monstro", mas não é o nome do próprio monstro, que no romance simplesmente não tem um nome definido. Portanto, "o Prometeu Moderno" não é o monstro, mas sim seu criador, o Dr. Frankenstein. Entendido isso, cabe agora perguntar: o que significa ser um "Prometeu Moderno"? Quem foi o Prometeu antigo? De onde vem tudo isso?

O mito de Prometeu foi abordado por vários autores gregos. Na versão de Platão (2017), os titãs Prometeu e Epimeteu foram incumbidos de criar os diversos seres vivos e fornecer-lhes suas habilidades para sobrevivência. Epimeteu distribuiu as diversas qualidades aos diversos animais – tais como força, velocidade, astúcia, garras e dentes afiados, pernas potentes para correr e saltar – mas esqueceu-se completamente do homem, a quem deixou nu, sem garras ou dentes, sem couraças ou pernas velozes, em completo desamparo. Para remediar a trapalhada, Prometeu, que se afeiçoava aos homens, roubou o fogo dos deuses e deu-o aos homens, como uma forma de compensação. Foi devido ao fogo que o homem conseguiu afugentar os animais ferozes, cozinhar os alimentos, forjar metais e armas, de tal modo que passou a dominar o mundo natural. Tal mito é comumente empregado como analogia ao uso da técnica por humanos, o qual começou efetivamente com o domínio do fogo pelos primeiros antropoides. Trata-se de uma visão muito difundida sobre o conhecimento técnico como forma de domínio sobre os elementos naturais em prol da existência humana.

Entretanto, essa visão otimista – uma forma de *tecnofilia*, isto é, de afeição à técnica – é frequentemente contestada por uma visão concorrente de tipo pessimista, que utiliza a lenda alemã do Dr. Fausto como metáfora dos perigos da busca do conhecimento sem limites. Segundo a lenda, Dr. Fausto era um médico extremamente ávido por adquirir conhecimentos alquímicos.

Ele então começa a evocar espíritos para ajudá-lo em sua busca e é atendido pelo demônio Mefistófeles. Nesse ínterim, Dr. Fausto e Mefistófeles selam um pacto de sangue no qual o alquimista vende sua alma em troca do conhecimento que tanto anseia. Tal lenda foi explorada por diversos escritores no intuito de mostrar como a ambição de adquirir conhecimento a qualquer custo poderia deformar moralmente as pessoas.

Essa visão de mundo denominada fáustica acompanhou o Romantismo alemão e tornou-se extremamente popular à época do período entre guerras, com a publicação da obra de divulgação intitulada *O Declínio do Ocidente*, de Ostwald Spengler (1993). Não obstante, a visão fáustica também foi cultivada em círculos intelectuais acadêmicos, sendo sua maior expressão a maneira como Martin Heidegger analisa a técnica. Em linhas gerais, a técnica é entendida como um modo de vida que o Ocidente estabeleceu com o mundo, onde a natureza é colocada à disposição do homem: por exemplo, uma cachoeira deixa de ser uma cachoeira e passa a ser a oportunidade para que ali se instale uma usina hidrelétrica. Ocorre que nesse processo a técnica se autonomiza, constituindo, portanto, um verdadeiro destino civilizatório praticamente inescapável. Por isso, a essência da técnica não é técnica – pois é algo muito mais profundo...

A visão prometeica e a visão fáustica da técnica colidem frontalmente. A visão prometeica pensa a técnica como uma ferramenta para nos livrar dos trabalhos pesados e perigosos, dos rigores do clima e das doenças. A visão fáustica, por outro lado, pensa a técnica como o verdadeiro destino da civilização Ocidental em sua ânsia de ampliar seu poder sobre o mundo, de modo que a civilização tecnológica é vista como apogeu do Ocidente, do qual só se pode esperar a subsequente queda. São visões bem antagônicas. Passemos agora a um exame menos maniqueísta sobre o assunto.

O mito de Dédalo e a insensatez de Ícaro

Dédalo é um personagem da mitologia grega considerado o maior inventor da Antiguidade. Há diversos relatos sobre suas façanhas técnicas espalhados ao longo das histórias acerca do herói grego Teseu. Para os nossos propósitos, convém apenas recordar que Dédalo foi o arquiteto e construtor do labirinto que aprisionava o Minotauro, na ilha de Creta, governada pelo rei

Minos. Dédalo ajudou Teseu e Ariadne na tarefa de matar o monstro, sugerindo uma maneira para Teseu não se perder no labirinto, a saber: o herói deveria ir desenrolando um fio oriundo de um novelo de lã fornecido por Ariadne, de modo que para retornar à entrada do labirinto bastaria refazer o caminho deixado pelo "fio de Ariadne". O rei Minos ficou furioso ao saber que Dédalo ajudara Teseu e ordenou que o inventor fosse aprisionado juntamente com seu filho, Ícaro. Para escapar, Dédalo confeccionou dois pares de asas, para si e para Ícaro, as quais eram recobertas com penas de aves coladas com cera de abelha. Por causa da fragilidade do material, Dédalo avisou Ícaro para não voar demasiadamente alto, pois o calor do Sol poderia derreter a cera que colava as penas. Mas Ícaro era um jovem impetuoso. Ele não seguiu os conselhos de seu pai e tentou voar cada vez mais alto. Como era esperado, a cera derreteu e Ícaro despencou no mar, onde morreu afogado. Em suma, a impetuosidade do jovem custou-lhe a vida.

O mito de Dédalo foi objeto de uma forte polêmica envolvendo o geneticista pioneiro J. B. S. Haldane e o filósofo inglês Bertrand Russell. O geneticista Haldane escreveu um famoso ensaio intitulado "Dédalo ou o futuro e a ciência", no qual louvava o espírito inventivo da personagem mitológica, acentuando tratar-se da figura de um mortal capaz de realizar uma proeza até então reservada aos pássaros. Pouco tempo depois, o filósofo Russell escreveu um ensaio crítico a Haldane, intitulado "Ícaro ou o futuro da ciência", onde sublinha o fim trágico de Ícaro, um jovem dotado de um extraordinário poder, mas cuja imaturidade o impediu de medir os riscos que corria. Bertrand Russell faz uma analogia entre o nosso atual estado tecnológico e os riscos para as futuras gerações, caso estas últimas não tenham a devida cautela. Nas palavras do filósofo:

> Sou forçado a temer que a ciência será usada para promover o poder de grupos dominantes, mais do que para fazer os homens felizes. Ícaro, tendo sido ensinado a voar por seu pai Dédalo, foi destruído por sua imprudência. Temo que a mesma sina possa acontecer às populações que os homens de ciência ensinaram a voar (RUSSELL, 1924, p. 5).

Tais palavras foram escritas há quase um século, mas ainda contém uma verdade latente. Afastando-se tanto do otimismo ingênuo da visão prometeica

quanto do pessimismo paralisante da visão fáustica, Russel coloca em pauta o próprio futuro das gerações vindouras. O que está em jogo, portanto, é a tarefa de educar os jovens de tal maneira que adquiram, para além do saber tecnocientífico, a prudência necessária para bem gerir o enorme poder que terão em suas mãos. Cabe assinalar que tal alerta não foi proferido por um filósofo avesso à ciência, algum saudosista do passado pré-industrial; muito pelo contrário, Russell era um dos mais conhecidos filósofos da ciência da época, de modo que suas preocupações são as de um verdadeiro expert no assunto.

Tal questão da educação em um mundo tecnológico continua em aberto. Em um primeiro momento, o melhor instrumento para o controle dos riscos que ameaçam a civilização tecnológica consiste na democratização do conhecimento científico por meio da educação. Não se trata de simplesmente louvar a ciência e a tecnologia, tal como feito pelos pensadores prometeicos, mas tampouco satanizá-las, tal como feito pelos teóricos fáusticos. No entanto, é de se esperar maior capacidade de reconhecer os perigos da tecnologia exatamente aqueles que conhecem os fenômenos envolvidos. Por exemplo, os mais importantes alertas a respeito das mudanças climáticas têm sido feitos exatamente por especialistas em meteorologia e ciências afins; a defesa da biodiversidade em larga medida tem cabido aos ecólogos e cientistas ambientalistas; as mais duras críticas ao uso indiscriminado de pesticidas e alimentos transgênicos são feitas exatamente por especialistas no assunto. Metaforicamente, Dédalo conhecia bem o funcionamento e, portanto, os limites das asas que construiu. Portanto, a primeira tarefa educacional dos cientistas, engenheiros, filósofos e educadores em geral não mudou muito nesse quesito: compartilhar o conhecimento que nos foi legado sem esquecer dos perigos do uso imoderado da ciência e da tecnologia.

Todavia, em acréscimo, um trabalho mais profundo ainda precisa ser feito, envolvendo questões éticas. Por isso cabe insistir cada vez mais em uma formação integral, humanista, voltada para a promoção dos valores da sustentabilidade e da vida, uma temática que o incauto Ícaro não aprendeu o suficiente. Ou seja, para além da formação técnica, nosso tempo exige uma formação ética.

Conclusão

No livro *O Princípio de Responsabilidade*, o filósofo Hans Jonas discutiu em detalhes o cerne ético da questão tecnológica formulada anteriormente. No entender do autor, os sistemas éticos antigos e modernos partiam da premissa básica da existência e permanência dos sujeitos históricos, situados em um contexto de proximidade espaço-temporal representado pelos modelos políticos da cidade (*polis*) e do Estado Nacional. Jonas nota, entretanto, que no mundo contemporâneo tal premissa já não pode ser tomada como base incontestável, pois a tecnologia ampliou enormemente o espaço das relações éticas, a ponto de em muitos casos se tornarem verdadeiramente planetárias. Por isso, antes de qualquer outro princípio ético, faz-se necessário, prioritariamente, partir do valor da continuidade da humanidade como um todo. Tal novo princípio pode ser expresso de variadas maneiras, tais como:

> Aja de modo a que os efeitos da tua ação sejam compatíveis com a permanência de uma autêntica vida humana sobre a Terra"; ou, expresso negativamente: "Aja de modo a que os efeitos de tua ação não sejam destrutivos para a possibilidade de uma tal vida"; ou simplesmente: "Não ponha em perigo as condições necessárias para a conservação indefinida da humanidade sobre a Terra"; ou, em uso novamente positivo: "Inclua na tua escolha presente a futura integridade do homem como um dos objetos do teu querer" (JONAS, 2006, p. 47).

Neste capítulo oferecemos uma visão panorâmica de alguns temas presentes na área da Filosofia da Tecnologia. Vimos como o uso da técnica acompanhou a humanidade desde a pré-história, sendo crucial para a formação dos variados impérios da Antiguidade, enfim, vimos que o conhecimento técnico era muito mais disseminado do que costumamos imaginar. Além disso, vimos que a ciência ocidental nasce com propósitos e finalidades distintas da técnica, ocasionando uma notável separação entre esses dois tipos de conhecimento. A partir da modernidade, entretanto, a antiga separação entre técnica e ciência começa a dar lugar a uma aproximação crescente, que ganha fôlego com as revoluções industriais e culmina em nosso atual sistema tecnológico global.

Diferentes visões filosóficas sobre a tecnologia foram apresentadas. Nos polos opostos encontram-se, de um lado, um ingênuo otimismo acerca do

progresso tecnológico representado pelo mito de Prometeu, segundo o qual o "fogo" do conhecimento nos liberta de nossa condição biológica precária; de outro lado, um pessimismo paralisante que vê o conhecimento como instrumento praticamente demoníaco de controle da natureza. Na sequência, discutimos uma visão alternativa, menos determinista e mais preocupada com a democratização do conhecimento científico por meio da educação. Por fim, argumentamos que, para além da formação tecnocientífica, é necessária uma educação ética e humanista, a qual se vê sumarizada em um princípio de responsabilidade para com as gerações futuras. Por favor, se houver gostado, repasse a mensagem adiante para seus alunos. Dissemos no início que *vivemos em uma civilização tecnológica...* e é muito importante que os jovens saibam o que afinal de contas isso significa.

Referências

ARISTÓTELES. *Organon*. São Paulo: Edipro, 2016.

BACON, F. *Novo Organon*. São Paulo: Edipro, 2014.

HARARI, Y. *Sapiens*: uma breve história da humanidade. Porto Alegre: L&PM Editores, 2015.

JONAS, H. *O princípio de responsabilidade*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2006.

MANSFIELD, D. F.; WILDBERGER, N. J. Plimpton 322 is Babylonian exact sexagesimal trigonometry. *Historia Mathematica*, 2017.

PLATÃO. *Protágoras*. São Paulo: Perspectiva, 2017.

RUSSELL, B. *Icarus or the future of science*. London: Kegan Paul, Trench, Trubner & Co., 1924.

SÊNECA. *Cartas a Lucílio*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2014.

SHELLEY, M. *Frankenstein: ou o Prometeu moderno*. São Paulo: Darkside Books, 2017.

SPENGLER, O. *O homem e a técnica*. Lisboa: Guimarães Editores, 1993.

CIÊNCIA E MEIO AMBIENTE

Anderson Orzari Ribeiro[1]

Objetivos das atividades do módulo

A disciplina *Ciência e Meio Ambiente* teve como objetivo discutir os principais impactos provocados no Meio Ambiente pelas etapas de exploração, transformação, comercialização e consumo das principais matérias-primas da natureza: a madeira, os minérios e o petróleo.

A premissa dos trabalhos na disciplina foi que, para proporcionar conclusões mais apuradas sobre o impacto causado no Meio Ambiente pelo modo de vida moderno, é preciso analisar e discutir todas as etapas do processo de produção e comercialização de bens de consumo, não focando somente na parte relacionada ao consumidor final.

Assim, a pergunta norteadora dos trabalhos foi: considerando um cidadão "consciente" e comprometido com a preservação do Meio Ambiente, estariam também as empresas dos setores de extração, produção e comercialização de mercadorias no seu nível mais elevado de comprometimento? Ou seja, será que as empresas que exploram as matérias-primas da natureza, e que produzem e comercializam bens de consumo, trabalham com a mesma "consciência" que é esperada do consumidor final?

Teoricamente, toda empresa trabalha com o máximo de "consciência" possível, maximizando os lucros e diminuindo os custos, o que implica supor que em uma empresa não há perdas, que estas trabalham em equilíbrio entre a exploração de matéria-prima e a produção de bens de consumo. Assim, não seriam as empresas as responsáveis pelos prejuízos ao Meio Ambiente, e sim

1 Professor Associado do Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André, Brasil, anderson.ribeiro@ufabc.edu.br

o consumidor final, que consome compulsivamente e gera cada vez mais lixo e poluição.

Mas será mesmo que as empresas mantêm um alto nível de equilíbrio ("consciência") quando se tem uma abundância de matérias-primas e um alto índice de lucratividade industrial como é o caso do Brasil? Será que as empresas envolvidas no processo de extração e de transformação de matérias-primas trabalham "conscientemente" quando elas têm acesso a uma grande quantidade de matéria-prima a baixos custos? E se não o fazem, qual é o impacto que essas empresas provocam no Meio Ambiente?

Partindo dessas perguntas, as atividades dessa disciplina tiveram a intenção de analisar e discutir os impactos ocasionados por todas as etapas do processo de produção e consumo, trazendo conclusões mais apuradas sobre o real impacto causado no Meio Ambiente pelo modo de vida moderna.

Para isso, iniciamos os trabalhos apresentando uma discussão sobre como se dá a interação do homem com a diversidade natural disponível em seu território. Depois, direcionamos a discussão para verificar como essa interação do homem com a natureza está relacionada com o desenvolvimento científico e tecnológico que experimentamos nos dias atuais. Por fim, analisamos os impactos provocados no Meio Ambiente por todas as etapas de produção e consumo de bens materiais.

Por exemplo, consideremos um dispositivo bastante atual: as baterias para armazenamento de energia. Quais os hábitos e costumes da sociedade moderna que estão relacionados ao uso dessa tecnologia? Como chegamos ao desenvolvimento dessa tecnologia? Quais matérias primas são retiradas da natureza para produzi-la? Qual processo industrial é utilizado para a produção de baterias? Quais impactos ambientais estão relacionados a cada etapa do processo de produção?

Durante as atividades ao longo da disciplina, foram apresentadas e elaboradas análises semelhantes a esta para as principais matérias-primas da natureza: a madeira, os minérios (metais) e o petróleo.

A abordagem proposta nos trabalhos, de analisar e discutir todas as etapas do processo, desde a extração da matéria-prima até a produção de bens de consumo, foi um dos grandes diferenciais da disciplina.

E foi um diferencial porque as discussões em torno do prejuízo ao Meio Ambiente comumente recaem sobre o consumidor final, não sendo analisados os impactos provocados pelas empresas do setor de produção e de comercialização. Via de regra, a premissa dessas discussões é que é o consumidor final o maior responsável para a manutenção do Meio Ambiente, pois seu desejo de consumir é o maior problema. Como reposta única, apresenta-se que a "salvação" para o planeta está na diminuição do consumo, sendo o consumidor o maior responsável para que isso aconteça.

Certamente a participação do consumidor é de grande relevância e deve ser discutida. E, certamente, disciplinas, cursos, palestras e outras ações devem ser realizadas para o esclarecimento e para a promoção de um consumo consciente. Mas será que as demais etapas também não deveriam ser questionadas e analisadas? Esse foi o escopo principal das atividades realizadas durante a disciplina *Ciência e Meio Ambiente*.

Interação do ser humano com a natureza

As atividades começaram com uma discussão sobre como se dá a interação do homem com a natureza. Buscou-se mostrar ao aluno-professor que o ser humano se caracteriza por transformar a natureza para a sua sobrevivência. Que ao invés de se adaptar involuntariamente, o ser humano trabalha para modificar a disponibilidade natural e para prover suas necessidades. De acordo com Demerval Saviani, temos:

> Com efeito, sabe-se que, diferentemente dos outros animais, que se adaptam a realidade natural tendo a sua existência garantida naturalmente, o homem necessita produzir continuamente sua própria existência. Para tanto, em lugar de se adaptar a natureza, ele tem que adaptar a natureza a si, isto é, transformá-la. E isto é feito pelo trabalho. E o trabalho se instaura a partir do momento em que seu agente antecipa mentalmente a finalidade da ação. [...]
>
> Para sobreviver o homem necessita extrair da natureza, ativa e intencionalmente, os meios de sua subsistência. Ao fazer isso ele inicia o processo de transformação da natureza, criando um mundo humano (o mundo da cultura) (SAVIANI, 2013, p. 11).

Para discutir esses aspectos, foi proposto aos alunos-professores que definissem o que é, na visão deles, Biodiversidade. Para isso, os alunos-professores buscaram por uma figura ou uma foto que, para eles, representasse a diversidade biológica.

A partir das imagens escolhidas pelos alunos-professores, foi realizada uma discussão sobre como a diversidade biológica se apresenta na região onde cada aluno-professor vive, e sobre como ela tem influência em seu trabalho, moradia, lazer, economia etc.

Por exemplo, um aluno-professor, ao apresentar para os colegas uma imagem de agricultores colhendo hortaliças, descreveu:

> *A imagem selecionada talvez não seja uma grande novidade, porém demonstra claramente o aspecto econômico. Mas para mim existe também um valor agregado, talvez por concepções pessoais, dos aspectos culturais referente ao cultivo, ao plantio e da relação intrínseca de consumir o que produziu e saber a origem. Aspectos que tentamos resgatar em nossas residências adaptando espaços e locais. Nas escolas, por meio de hortas, com a intenção que as crianças compreendam a origem dos alimentos. A imagem me faz refletir que em muitas situações quando vivenciamos cotidianamente, não valorizamos e os nossos hábitos nem sempre são coerentes.*

Como resultados gerais dessa primeira discussão no módulo, os alunos-professores verificaram que, ainda que vivam na mesma cidade ou bairro, a diversidade natural e social do local onde habitam tem diferentes influências no modo de vida de cada indivíduo. Por exemplo, uns residem em casas com quintal, outros em apartamentos. Uns têm animais de estimação, jardins, hortas, outros não. Uns se locomovem de automóvel particular ou transporte público, outros de bicicleta ou a pé.

Após analisar e reconhecer a diversidade ao nosso redor, o passo seguinte foi verificar como as diferenças de disponibilidade de recursos naturais no planeta *influenciam* alguns dos aspectos sociais e culturais das diferentes sociedades organizadas no planeta.

Uma discussão foi proposta para que os alunos-professores pensassem sobre seus próprios costumes: é *natural* tomar banho uma ou duas vezes ao dia? (Todas as sociedades do mundo se comportam assim?) Ou é um

comportamento de determinado grupo, *influenciado* pela disponibilidade de água e do clima onde esse grupo se formou?

Em um pensamento inverso: se um grupo se consolida em uma área com grande disponibilidade de água, que proporciona uso abundante para higiene pessoal e produção de alimentos, qual seria a influência desse fato em seus costumes e hábitos? Seriam diferentes dos observados em uma sociedade que se desenvolveu em um local com pouca água, pouca comida e muito calor, por exemplo?

Com base nessa discussão, alcançamos um objetivo de evidenciar como o ambiente ao nosso redor é explorado e transformado, e como essa exploração *influencia* o modo como a sociedade moderna vive.

Um detalhe importante é que o conceito discutido durante essa etapa foi a "influência" da biodiversidade nos costumes das sociedades. Isso porque, considerando alguns dos estudos da área de "Antropologia", verificamos que

> [...] algumas teorias antropológicas consideravam que os habitantes de lugares com clima quente tinham maior tendência a um comportamento passional e os habitantes de lugares frios não tinham "vivacidade". Além disso, segundo essa teoria, a latitude e o clima seriam fatores que determinariam o dinamismo do progresso das sociedades. Os antropólogos do início do século XX colocaram-se contra essa teoria, demonstrando que pode haver diversidade cultural entre sociedades que vivem em um mesmo tipo de ambiente físico, muito embora haja, obviamente, influência (e não determinismo) dos fatores climáticos e geográficos" (PINEZI, 2012, p. 13, grifos meus).

Assim, como conclusão da primeira etapa de trabalhos no módulo, buscamos entender, cientes das limitações impostas, como a Diversidade Biológica disponível influencia as características e costumes do grupo social estabelecido nela.

Durante as discussões concluiu-se, inclusive, que as macro e microrregiões do Brasil apresentam características econômicas e culturais bastante distintas, diversidade essa que pode ser *relacionada* (*influenciada*) com a disponibilidade e as características naturais do local onde se estabelecem.

O Estado de São Paulo, por exemplo, está localizado em uma grande planície, com abundância de água e com clima favorável para a agricultura, e é (coincidentemente?) um dos maiores produtores agrícolas do país. Ainda, pela possibilidade de fácil escoamento da produção para o mar, a cidade de São Paulo estabeleceu um grande parque industrial, capaz de transformar parte da produção agrícola (e também de minérios) em produtos e bens de serviço de bom valor agregado. Ora, quais consequências sociais e econômicas podem ser associadas a essas particularidades das características naturais do Estado de São Paulo?

Outros territórios apresentam características distintas com relação ao solo, clima, produção agrícola e de bens e de serviço. E essas diferenças podem se refletir, indiretamente, nas diferentes formas de compreensão dos fenômenos (crenças), nos diferentes modos de se organizar socialmente (hábitos) e nas diferenças econômicas (trabalho) que podemos observar em nosso país (e pelo mundo).

Para concluir essa etapa, foi esclarecido que nossa disciplina buscaria elaborar discussões sobre como as riquezas naturais estão relacionadas aos aspectos sociais e culturais das sociedades, apesar de concordarmos que não é possível fazer uma divisão precisa entre esses aspectos.

Assim, as discussões apresentadas durante a disciplina, conduzidas pelos professores e tutores, deixaram claro que não é possível analisar um determinado fator e ignorar todos os demais quando se fala em economia e desenvolvimento social. Está longe de ser tão simples e tão direto como o raciocínio aqui proposto. Entretanto, essa visão nos serve como um ponto de partida para as análises sobre a relação entre a exploração da natureza e o desenvolvimento social e econômico que experimentamos atualmente.

A importância econômica da diversidade natural: o caso da Madeira

Começamos a discutir esse tópico com a seguinte pergunta aos aluno-professores: quais objetos ou utensílios que você usa no dia a dia são feitos, pelo menos em parte, com madeira?

Se “olharmos um pouco para trás no tempo”, constataremos que o trabalho sobre a madeira propiciou, entre outros, a produção de abrigos e o domínio sobre o fogo. Também, a exploração e o trabalho sobre a madeira

proporcionaram a construção de barcos que atravessaram oceanos, a construção de casas e veículos de locomoção e um conjunto enorme de itens e utensílios.

Pois bem, se pensarmos em uma época em que "tudo se fazia com madeira", você diria que a abundância desse "bem natural" era uma vantagem econômica frente a outras sociedades? Indo além. Nesse cenário, o conhecimento em transformar a madeira bruta em materiais, utensílios e outros artefatos de grande uso proporcionaria alguma vantagem econômica para uma sociedade em relação à outra?

Vemos que ainda hoje a madeira tem enorme presença em nosso dia a dia, e por consequência, em nossos hábitos e economia. Mesmo com a introdução de tecnologias e artefatos modernos que substituíram seu uso em alguns casos, a madeira continua tendo um papel fundamental na sociedade moderna.

Segundo material de divulgação da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2013), o ser humano consome madeira assim que nasce, no berço, guarda-roupas, mesa, e a consumirá continuamente, em janelas, portas, piso e na armação do telhado. Além disso, diversas cadeias produtivas empregam a madeira como matéria-prima, como na produção do aço, tintas, vernizes, colas, graxas, esmaltes, ceras, adesivos, óleos e até produtos de limpeza.

Segundo os dados dessa Associação (ABRAF, 2013), durante o ano de 2012 o setor florestal do Brasil gerou 4,4 milhões de empregos diretos e indiretos, e produziu riqueza da ordem de R$56 bilhões de reais, o que é equivalente a todo o Produto Interno Bruto (PIB) do Paraguai! Fica evidente a relevância social e econômica da exploração e transformação da madeira.

Com base nesses dados, foi apresentada uma discussão aos alunos-professores: se for possível equilibrar a produção de madeira com a manutenção do meio ambiente, evitando o desmatamento das matas originais e usando áreas ociosas, é correto dizer que teríamos uma vantagem social e econômica para o país, gerando emprego e renda?

Da discussão proposta, concluímos que um balanço entre esses dois lados da moeda, ou seja, a geração de riqueza e de renda por um lado, e a diminuição do impacto ambiental do outro, seria a exploração de uma matéria-prima valiosa: a madeira. Esse equilíbrio seria um caminho possível para o desenvolvimento da sociedade em seu modelo atual e a preservação do Meio Ambiente.

Por exemplo, durante a discussão, verificou-se que estudos da Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA, 2012) mostram que se usássemos para a plantação de florestas uma pequena parte dos 177 milhões de hectares ocupados atualmente pela pecuária extensiva, poderiam ser criados 5 milhões de empregos no país. Segundo a Associação, se essa expansão for controlada e legalizada, seria possível minimizar o impacto sobre as florestas nativas e sobre o meio ambiente, expandindo a indústria nacional, desenvolvendo novas tecnologias, processos e produtos.

Entretanto, várias questões foram levantadas pelos alunos-professores sobre a real possibilidade de equilíbrio entre produção, geração de empregos e proteção ao meio ambiente.

Um exemplo é o fato de que uma floresta plantada não é uma floresta nativa, diversificada, cheia de animais e de plantas. Tem só um tipo de madeira e quase nenhum bicho. Outro, é que é preciso considerar o desequilíbrio provocado ao plantar uma enorme floresta em determinada região do país e consumir a madeira em outra região, distante do local onde as plantas crescem.

Ainda outro detalhe foi adicionado na discussão: que o principal produto do mercado de madeira é a celulose, responsável por quase 60% do valor financeiro do setor. Nesse ponto, foi importante verificar qual é o foco da produção e comercialização da celulose.

A partir do corte da árvore, o primeiro passo é produção da celulose. Depois de obtida a celulose, ela é empregada na produção do papel, que é empregado em livros, jornais, revistas, cadernos, em embalagens e para fins sanitários (guardanapos, lenços e absorventes). Assim, temos primeiro uma indústria que produz a celulose, depois uma indústria que produz o papel e depois as indústrias que empregam o papel para produzir diversos outros produtos (gráficas, embalagens, higiene).

Durante a discussão, verificou-se que a lógica do setor industrial da madeira mostra que, quanto mais celulose for convertida em papel, mais empregos são gerados. Assim, uma boa maneira de equilibrar a "balança" entre usufruir do solo para plantar a madeira e gerar emprego e renda para a população seria termos, em nosso país, uma grande quantidade de indústrias que usassem nossa celulose para produzir papel e seus artefatos. Mas acontece que não é bem assim: o setor da madeira é um *exímio exportador* de celulose.

Os dados da Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA, 2012) mostram que quase toda a celulose produzida no Brasil é vendida para o exterior. O Brasil é o 4º maior produtor mundial de celulose, com sua produção superada apenas pelos Estados Unidos, China e Canadá. Entretanto, o nosso o país é apenas o 10º maior produtor mundial de papel, ficando atrás de países como Japão e Alemanha.

Ora, se para produzir papel tem que ter celulose, de onde vem a celulose desses países que são tão grandes produtores de papel? Os dados mostram que EUA e China são os maiores produtores de celulose e também de papel, o que indica que esses países *transformam* sua celulose em papel. Já o Japão e a Alemanha ocupam apenas a 7º e 12º no ranking de produção de celulose, mas ocupam a 3º e 4º posição quando se refere à produção de papel. Ora (*novamente*), de onde vem a celulose que esses países usam para produzir o papel?

Depois de apresentados esses dados aos alunos-professores, a discussão versou sobre o seguinte ponto: para quem fica a grande parte da riqueza de um solo que produziu uma enorme quantidade de árvores? Onde esse uso do solo foi mais convertido em empregos e renda para a população: em nosso país ou fora dele?

A partir dessa discussão, esclareceu-se com os alunos-professores que o que está em análise não é se devemos ou não plantar florestas e produzir móveis, papel, embalagens etc. É fato que se pode usar o solo para plantar e controlar o crescimento das árvores e transformá-las em bens de consumo. O que está em discussão é o quanto estamos explorando nosso solo e o quanto estamos convertendo isso em riquezas para quem vive em nosso solo.

É necessário compreender quantos empregos são proporcionados em nosso próprio benefício por uma atividade industrial que usa as condições naturais do *nosso* solo. E as conclusões sobre as análises realizadas indicam que essa balança não está bem equilibrada quando convivemos com um uso intenso do solo para a produção de árvores, mas que quase todo seu fruto é vendido para o exterior sem propiciar todo o potencial de retorno aqui.

Assim, com uma lógica voltada para a exportação dessa matéria-prima, e não para sua transformação em bens de maior valor agregado, temos um grande desgaste para o meio ambiente, mas pouco retorno para nosso próprio país.

A exploração mineral

Depois de abordarmos os aspectos relacionados à exploração e ao uso da madeira, o módulo abordou a produção de metais, que tem origem na exploração dos minérios *escondidos* no solo.

Em um texto elaborado pelo Ministério de Minas e Energia do Brasil, chamado Economia Mineral do Brasil, podemos encontrar o seguinte argumento:

> Com efeito, torna-se perceptível a forte relação entre as matérias-primas minerais e suas funcionalidades às exigências de qualidade de vida moderna. Nessa perspectiva, não se usa, por exemplo, o metal cobre pelo fato de ser "cobre", mas sim pela facilidade com que esse metal se transforma em fio e pela eficiência com que conduz a corrente elétrica. A necessidade primeira da sociedade é transportar a corrente elétrica para cada cidade, para cada moradia, para cada fábrica, para cada escola, para cada hospital. Portanto, a demanda por cobre existe porque ele permite que isso possa ser feito com a melhor relação benefício/custo[2].

A primeira discussão deste tema versou sobre o uso do metal cobre. O argumento do texto é que a demanda pelo metal é devida à "necessidade de se levar luz a escolas e hospitais", e não o inverso. Ou seja, foram os avanços científicos para produção de eletricidade que tornaram o cobre tão importante para a sociedade moderna, e não o contrário. Se fosse outra a forma de se conduzir a eletricidade, sem uso do cobre, este metal provavelmente teria menos valor comercial e tecnológico.

Para uma discussão inicial com os alunos-professores, foi proposto o seguinte raciocínio: se uma sociedade vive há centenas de anos em um local cujo subsolo contém reservas de minério de cobre, o que fazer agora com essa vantagem econômica (*até então escondida)* já que agora o mundo moderno valoriza – e depende – para conduzir eletricidade?

Foi apresentado o caso do Chile, que produz um terço do cobre vendido no mundo e tem 7% de seu PIB relacionado à produção desse minério. Com base nesses fatos, uma pergunta adicional foi lançada para reflexão: onde

2 Economia Mineral do Brasil, Cap. 2, 2009, p. 27.

deveria ser investida uma riqueza escondida "sob o solo" e que pertence, portanto, "a todos" os cidadãos que habitam o local há anos?

Esse também é o caso do Brasil. Em nosso país, a extração mineral corresponde a aproximadamente 10% do PIB. Nós produzimos, por exemplo, 16% de todo o minério de ferro usado no mundo!

Fazendo o mesmo raciocínio proposto para o caso da madeira, se voltarmos um pouco no tempo, verificaremos que antigamente era pequena a relevância dos minérios de ferro (ou de cobre) para a sociedade e para a economia. Apesar das espadas e de alguns utensílios empregarem os metais, a estrutura era essencialmente dependente de madeira e das pedras, e não do ferro, do cobre, do alumínio. Mas com o tempo, e como o conhecimento acumulado pela exploração e trabalho na natureza, a humanidade desenvolveu novas estruturas e novos objetos, e hoje depende dos metais para quase tudo, inclusive para conduzir energia elétrica.

Assim, nesse primeiro momento de trabalho com o tema, foram discutidas as seguintes questões: onde um país deve empregar as riquezas geradas pelos minérios que estão *escondidos* em seu solo? Qual é nossa relação, enquanto brasileiros, com nossos minérios? Quais empresas transformam os minérios em bens de maior valor agregado e quanto disso "chega" ao povo brasileiro?

Estamos em contato diário com objetos metálicos, desde os mais simples, como brincos e anéis, passando por utensílios como garfos, facas e panelas, até objetos mais complexos, como carros e torres de transmissão.

Sabemos que o fio usado nas instalações elétricas é de cobre, por ser um bom condutor de energia; que as latas e panelas são feitas de alumínio e/ou latão, por serem maleáveis e suficientemente resistentes; que o ferro é usado nas construções por ser resistente e razoavelmente barato; que o ouro é apreciado em joias por seu brilho e resistência à corrosão.

Assim há uma correlação e importância econômica de possuir reservas dos minérios empregados para a produção de metais. E o Brasil possui imensas reservas minerais segundo os dados apresentados no Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM-2030, 2011).

No caso de metais como alumínio e ferro, o Brasil possui a 5ª maior reserva dos minérios do mundo. Entretanto, atualmente somos o 3º e 2º maior

produtor mundial destes minerais, respectivamente, o que evidencia uma "megaexploração" do nosso solo.

Ainda, de todo o minério de ferro extraído do solo brasileiro, aproximadamente 90% são vendidos em forma bruta, sem transformação em bens de maior valor agregado (por ex.: chapas e barras de aço e ferro, utensílios, trilhos, torres etc.). Nesse ponto os alunos são levados a pensar sobre o quanto estão explorando o solo Brasileiro de modo acelerado e o quanto os donos dessas empresas não estão "nem um pouco preocupados" em agregar valor ao "bem natural" que possuímos.

De acordo com o texto do Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM-2030, 2011), verifica-se que para cada emprego gerado na extração mineral, até cinco empregos diretos são gerados na transformação mineral. Ou seja, para cada um emprego gerado na empresa que extrai o minério do solo são gerados cinco empregos nas empresas que transformam os minérios em metais.

Assim, só na "cadeia de produção do ferro", a exportação de 90% do minério na forma bruta equivale a deixar de criar 680 mil empregos na indústria de transformação aqui no Brasil! Vejam só!

Para conseguir visualizar melhor esses aspectos, a disciplina apresenta uma análise em detalhes da produção do alumínio e de seus derivados de alto valor agregado como embalagens, bens de arquitetura, mobiliário, transporte, em satélites, aviões e outros. Mostra-se aos alunos-professores, por meio de figuras e vídeos, que a produção de um lingote de alumínio puro passa por, no mínimo, três processos industriais completos: 1) a extração da bauxita (minério encontrado na natureza); 2) a produção industrial de alumina (óxido de alumínio, Al_2O_3) a partir da bauxita; 3) a produção industrial de lingote de alumínio puro a partir da alumina.

A partir do lingote de alumínio, peças e lâminas podem ser moldadas em diferentes tamanhos, formatos e espessuras, como latas e rodas, por exemplo.

Assim, o processo começa por uma indústria de extração da bauxita, que é o minério que contém alumínio. As empresas que trabalham na extração de minérios e outras matérias-primas do solo são consideradas empresas do Setor Primário da economia. Depois, passamos para indústria de transformação da bauxita (indústria 2), para a indústria de produção do alumínio puro (indústria 3).

O alumínio produzido será armazenado em forma de lingote ou chapas e será vendido para outra indústria (quarta indústria). Essa outra indústria "esticará o lingote" ou "amassará a chapa de alumínio" para produzir fios, latas, panelas e outros. Todas essas indústrias, da indústria "2" a "4", são consideradas empresas do Setor Secundário da economia. Cada uma dessas etapas é realizada por uma empresa diferente, e a tecnologia envolvida é absolutamente específica para cada caso.

Ao analisar todo o processo da "cadeia de produção do alumínio puro", se constata que, da bauxita para o alumínio, o valor agregado é aumentado em 100 vezes! Isso sem contar a mão de obra empregada, que é completamente diferente em cada tipo de empresa. E sem contar as possibilidades de criação de novas empresas que utilizarão o alumínio para a produção de peças.

Entretanto, quando exportamos a bauxita bruta, e compramos o alumínio puro do exterior, uma grande parte dessa geração e riqueza e postos de trabalho acaba.

Então, uma nova pergunta é lançada para discussão entre os alunos-professores: o que você acha mais coerente para um país que possui reservas de bauxita? Investir esforços e desenvolver tecnologia em empresas para produzir alumínio puro e bens de maior valor agregado ou vender a bauxita bruta para outros países? Qual seria o equilíbrio adequado entre a quantidade do mineral que deveríamos transformar e a quantidade de bauxita que deveríamos vender na forma bruta?

O que fica dessa discussão proposta é que é necessário sempre buscar um maior conhecimento científico e maior desenvolvimento de tecnologias nacionais para incrementar a exploração mineral no país. Essas ações podem melhor equilibrar a balança entre a degradação do Meio Ambiente e a geração de riqueza e renda em nosso próprio país. O Plano Nacional de Mineração (PNM-2030, 2011) evidencia essa preocupação e, esperamos, tomara que gere bons frutos para todos nós.

O ouro negro

O último tópico discutido no módulo Ciência e Meio Ambiente traz uma reflexão sobre o petróleo.

Começamos por apresentar uma definição para o termo "petróleo". O texto Petróleo e Gás Natural, elaborado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral do Brasil (DNPM, Petróleo e Gás Natural, 2011), apresenta o seguinte: é uma substância oleosa, inflamável e menos densa que a água. Seu nome deriva do latim *petra oleum*, que significa "óleo de pedra". Nesse mesmo texto, pode-se verificar que o petróleo tem aplicações importantes para a sociedade moderna: 1) como matéria-prima para a produção de uma enorme gama de bens materiais; 2) na geração de energia para empresas, automóveis, aviões e outros utilitários móveis.

Então, sobre o petróleo, a discussão com os alunos-professores iniciou- se por identificar as empresas envolvidas na exploração do petróleo, e, depois, por analisar suas aplicações, tanto como combustível e como matéria-prima para produção de bens materiais.

Por meio de figuras e vídeos, foram apresentados aos alunos-professores detalhes sobre o processo de extração e fracionamento do petróleo. Esclareceu-se que todo o processo referente ao uso do petróleo tem início na extração. Depois de extraído, o petróleo é refinado e seus componentes são separados. Após a separação, são obtidos gases (metano, etano, propano, butano), a gasolina, o querosene, o diesel, os óleos lubrificantes e o asfalto, além de outros. Cada um desses produtos é encaminhado para empresas que ou os empregam como fonte de energia ou os processam e os transformam em uma enorme gama de produtos comercializáveis.

Nesse momento, foi apresentado aos alunos-professores um pouco da história sobre as empresas envolvidas na extração do petróleo, e como nossas leis foram mudadas ao longo dos anos para controlar essa extração. Depois de elencadas as empresas que participam da primeira etapa do processo, a extração, as discussões prosseguem sobre as matérias-primas oriundas do petróleo.

Nesse ponto, foi demonstrado aos alunos-professores a origem de alguns produtos usuais em nosso dia a dia. Como exemplo, que o processo de produção do plástico PVC tem origem em um gás obtido no refino do petróleo, o eteno, que é reagido com o cloro, produzido a partir da água do mar. Também, que uma garrafa PET tem origem no composto chamado "para-xileno" obtido do refino do petróleo.

Uma indústria petroquímica, como a Petroquímica Suape, transforma o composto "para-xileno" obtido do refino do petróleo em seu derivado "ácido tereftálico – PTA". Outra empresa utiliza esse ácido como matéria-prima para a produção do polímero chamado "polietileno-tereftalato – PET", que é vendido em forma de grãos ou de modelos (chips) para produção de garrafas plásticas. Uma indústria de refrigerantes, por exemplo, transforma esses chips em garrafas de diferentes volumes instantes antes de envasar seu produto. Esses modelos (chips) de garrafas são aquelas em que se vendem alguns temperos nos supermercados.

Até o ano de 2010, o Brasil importava toda a quantidade de ácido tereftálico que consumia e, consequentemente, todo o plástico PET que utilizava. Todo o volume do composto oriundo do refino do petróleo, no caso o "para-xileno", era vendido para o exterior e todos os seus compostos de maior valor agregado (PTA e PET) eram comprados do exterior.

Somente em 2011 o Complexo Petroquímico Suape (SUAPE, 2017) começou a funcionar e a produzir o ácido e o polímero aqui no Brasil. É mais um exemplo do descaso que reinou no Brasil nas décadas de 1980 e 1990 quando se trata de agregar valor aos produtos do nosso país.

Outro complexo petroquímico, o COMPERJ (2017), está sendo construído pela Petrobras no estado do Rio de Janeiro para agregar valor ao petróleo. O projeto tem o intuito de agregar empresas para o processamento dos produtos oriundos do refino do petróleo, tentando reverter o processo até então em voga de vender o petróleo bruto e comprar os produtos industrializados, sempre com saldo negativo na negociação.

Depois que falamos sobre a produção de bens de consumo, falamos sobre o uso do petróleo para geração de energia. É o petróleo como fonte de combustíveis!

Do refino do petróleo são obtidos a gasolina, o diesel e o querosene, por exemplo, que sustentam a imensa quantidade de veículos existentes no mundo. Foi apresentado que existe uma previsão que em 2050 o número de automóveis no planeta seja o dobro do número atual. E uma pequeníssima quantidade será movido à eletricidade ou etanol. A maioria vai depender da gasolina e do diesel para se mover, o que evidencia que a exploração e refino do petróleo só tende a aumentar!

Outro aspecto quando se trata de combustíveis é seu uso para gerar energia para as empresas. Os fornos e processos que necessitam de aquecimento na indústria são sustentados por gás natural (obtido na extração do petróleo), carvão mineral ou pelos combustíveis do refino do petróleo.

Nesse contexto, outra preocupação evidente é com a emissão de gases do efeito estufa, mais notadamente o gás carbônico, CO_2. Já é praticamente consenso na comunidade científica que a quantidade emitida de CO_2 oriunda de combustíveis fósseis (como os citados anteriormente) está provocando um desequilíbrio térmico no planeta, que tende a se acentuar se não mudarmos nosso padrão de consumo. E as consequências desse desequilíbrio podem ser desastrosas, inclusive com possíveis cenários catastróficos que ameaçam seriamente a vida no planeta.

Para finalizar esse tema, foi proposto que os alunos-professores escrevessem um texto sobre o petróleo brasileiro. O trabalho foi direcionado para que os alunos-professores refletissem sobre nosso petróleo.

No caso do Brasil, depois das descobertas de novas reservas, verificou-se que temos petróleo "reservado" suficiente para nosso consumo interno. Como iremos lidar com isso? Quem deve se beneficiar com essa riqueza que está, "por acaso", em nosso território e pertence a todos os brasileiros? Venderemos petróleo bruto ou produziremos bens de maior valor agregado?

E as questões ambientais? Torceremos para que o consumo de petróleo e seus derivados continuem aumentando, para podermos ganhar dinheiro com o pré-sal e modernizar o país, ou trabalharemos para uma diminuição do consumo, para a reciclagem, o reuso, para energias limpas, e assim o petróleo do nosso solo se tornará bem menos útil e valioso? O que fazer?

Conclusão

Nossa disciplina abordou aspectos econômicos e sociais relacionados às etapas de produção e consumo de bens materiais. Falamos sobre as empresas envolvidas nos processos de extração, produção e comercialização, ampliando o foco de análise que geralmente recai somente sobre o consumidor final.

Evidenciamos ao longo das discussões que se o processo de extração de matérias-primas e de produção de bens de consumo não for equilibrado, com velocidade adequada e com geração de mais riqueza e empregos em nosso

país, estaremos provocando um desgaste no Meio Ambiente a troco de poucos benefícios para a nação.

No cenário atual, onde a atividade industrial está voltada quase que completamente para a exportação de matérias-primas, não há controle sobre o ritmo da exploração e sobre a velocidade e a quantidade de matérias-primas que são retiradas da natureza. Assim, não há controle sobre a quantidade de lixo gerado no processo. Consequentemente, a responsabilidade sobre o uso excessivo e o desgaste do Meio Ambiente não pode ser atribuída somente ao consumidor final, muito menos somente ao consumidor brasileiro.

Ainda, vimos que com a exportação de produtos de baixo valor agregado, e a necessidade de importação de produtos de alto valor agregado, estamos deixando de criar emprego e renda em nosso país. Portanto, com esse modelo, estamos provocando um desgaste das condições naturais sem ao menos chegar perto de um equilíbrio adequado entre benefícios como a geração e distribuição de renda no país e a manutenção do Meio Ambiente.

Para mudar esse cenário, e proporcionar crescimento para nosso país, algumas diretrizes são importantes, como uma governança pública eficaz, a agregação de valor nos processos industriais e uma busca constante pela sustentabilidade do Meio Ambiente.

Se conseguirmos uma utilização mais adequada e equilibrada das riquezas do nosso solo, colocaremos nosso país em posição de destaque mundial, principalmente no que concerne ao bem-estar dos nossos cidadãos e da preservação do Meio Ambiente.

Referências

1. ABRAF, Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. *Anuário Estatístico.* São Paulo: Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF, 2013.

2. BRACELPA, Associação Brasileira de Celulose e Papel. *Florestas plantadas: oportunidades e desafios da indústria brasileira de celulose e papel no caminho da sustentabilidade*. Brasília: Associação Brasileira de Celulose e Papel – BRACELPA, 2012, 57 p. (Cadernos setoriais Rio+20)

3. DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral. *Economia Mineral do Brasil: Introdução*. RODRIGUES, Antônio Fernando da Silva (Coord.). Brasília-DF: DNPM, Brasil, 2009, 764 p.

4. DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral. *Economia Mineral do Brasil*: Mineração de Energia (Cap. 2). RODRIGUES, Antônio Fernando da Silva (Coord.). Brasília-DF: DNPM, Brasil, 2009.

5. PINEZI, Ana Keila Mosca; PENTEADO, Claudio Luis de C.; SILVEIRA, Sergio Amadeu da. *Cultura, tecnologia, redes e espaços de sociabilidade e socialização*: fundamentos antropológicos e questões contemporâneas. São Paulo: Editora da Universidade Federal do ABC, 2012, 128 p.

6. PNM2030. *Plano Nacional de Mineração 2030*: Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Ministério de Minas e Energia Brasília: MME, Brasil, 2011.

7. SAVIANI, Dermeval. *Pedagogia histórico-critica*: primeiras aproximações. 11. ed. Campinas: Autores Associados, 2013, 130p.

8. SUAPE, Complexo Industrial Portuário de Suape. Disponível em: <www.suape.pe.gov.br>. Acesso em: 20 nov. 2017.

9. COMPERJ, Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/refinarias/complexo-petroquimico-do-rio-de-janeiro-comperj.htm>. Acesso em: 20 nov. 2017.

COSMOLOGIA: O HOMEM E O UNIVERSO

Ronei Miotto[1]

Introdução

A pertinência da temática dessa disciplina em um Curso de Especialização voltado à formação de Professores da Rede Pública de Ensino que atuam na Educação Infantil e no Ensino Fundamental I e II está claramente justificada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) tanto da 1ª a 4ª séries[2]

> *Mostrar a Ciência como um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, para reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduo, é a meta que se propõe para o ensino da área na escola fundamental.*

quanto das 5ª e 8ª séries[3].

> *Os conteúdos são apresentados em quatro eixos temáticos: Terra e Universo, Vida e Ambiente, Ser Humano e Saúde, Tecnologia e Sociedade, levando-se em conta conceitos, procedimentos e atitudes que compõem o ensino desses temas no ensino fundamental.*

---

1 Professor Associado do Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André, Brasil, ronei.miotto@ufabc.edu.br

2 Parâmetros Curriculares Nacionais para as Ciências Naturais, 1ª a 4ª Séries. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2017.

3 Parâmetros Curriculares Nacionais para as Ciências Naturais, 5ª a 8ª Séries. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2017.

Ocorre que, diferentemente da abordagem tradicional, não se quer aqui instrumentalizar os professores, centrando a prática em modelos e formas de abordagem que sabidamente não são reprodutíveis. O que se deseja é construir um paralelo entre o processo de construção do conhecimento científico e o processo de construção do conhecimento em todos os níveis da educação, ou seja, discutir alguns dos princípios da ciência do ponto de vista histórico e epistêmico, tais como espaço, tempo, matéria, energia para que os alunos-professores se apropriem e ressignifiquem esses conceitos durante as suas práticas diárias.

O conteúdo dessa disciplina é abordado em duas etapas: à distância, são apresentados aos alunos-professores conceitos relacionados a diversos temas pertinentes à Cosmologia; no encontro presencial, a discussão utiliza esses elementos para debater as mudanças na compreensão do universo e sua correlação com a prática cotidiana dos alunos-professores. Para ilustrar nossa prática, escolhemos o tema "Teorias sobre a origem do universo". Apresentaremos alguns pontos pertinentes a essa temática e relataremos um estudo de caso ocorrido em um encontro presencial.

Teorias sobre a origem do universo I: conceitos fundamentais

O termo cosmologia, derivado do grego *kosmos*, que significa mundo e do sufixo *-logia*, que significa estudo, está normalmente associado ao estudo da origem, evolução, e eventualmente do destino do universo. Do ponto de vista da física, o termo cosmologia refere-se ao estudo científico da origem do universo e sua evolução. Como discutido na disciplina de *Bases Epistemológicas da Ciência Moderna*, o que comumente hoje chamamos de ciência deveria, na verdade, ser chamada de ciência contemporânea, isto é, a ciência que se institucionalizou a partir do século XIX. Nesse sentido, no caso específico da cosmologia, não podemos afirmar que filósofos naturais, pensadores hindus ou indígenas brasileiras não tivessem um entendimento sobre a origem do universo, ao contrário, a origem dos fenômenos da natureza sempre foi uma preocupação central da humanidade.

Uma lenda indígena nheengatu, da Amazônia, assim conta a origem do mundo[4]:

No princípio, contam, havia só água, céu.

Tudo era vazio, tudo noite grande.

Um dia, contam, Tupana desceu de cima no meio de vento grande, quando já queria encostar na água saiu do fundo uma terra pequena, pisou nela.

Nesse momento Sol apareceu no tronco do céu, Tupana olhou para ele. Quando Sol chegou no meio do céu seu calor rachou a pele de Tupana, a pele de Tupana começou logo a escorregar pelas pernas dele abaixo. Quando Sol ia desaparecer para o outro lado do céu a pele de Tupana caiu do corpo dele, estendeu-se por cima da água para já ficar terra grande.

No outro Sol [no dia seguinte] já havia terra, ainda não havia gente.

Quando Sol chegou no meio do céu Tupana pegou em uma mão cheia de terra, amassou-a bem, depois fez uma figura de gente, soprou-lhe no nariz, deixou no chão. Essa figura de gente começou a engatinhar, não comia, não chorava, rolava à toa pelo chão. Ela foi crescendo, ficou grande como Tupana, ainda não sabia falar.

Tupana, ao vê-lo já grande, soprou fumaça dentro da boca dele, então começou já querendo falar. No outro dia Tupana soprou também na boca dele, então, contam, ele falou. Ele falou assim:

- Como tudo é bonito para mim! Aqui está água com que hei de esfriar minha sede. Ali está fogo do céu com que hei de aquecer meu corpo quando ele estiver frio. Eu hei de brincar com água, hei de correr por cima da terra; como o fogo do céu está no alto, hei de falar com ele aqui de baixo.

Tupana, contam, estava junto dele, ele não viu Tupana.

4 MARTINS, Roberto de Andrade. *O universo*: teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Moderna, 1994. Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/Universo/index.html>. Acesso em: 23 nov. 2017.

Mas não eram apenas os nativos brasileiros, cuja cultura é por muitos de nós negligenciada, que apresentavam explicações para a origem do universo[5]. Outros povos, como os babilônios, que habitaram a região da Mesopotâmia, atual Iraque, por volta do ano 2.300 antes de Cristo, muito influenciaram nossa visão sobre o universo. Os babilônios eram ótimos construtores. Sua grande contribuição para a arquitetura são os "jardins suspensos da Babilônia", considerados, pelos gregos, uma das sete maravilhas da antiguidade clássica, e que já não existem mais.

Para construir jardins suspensos ou pirâmides, especialmente pirâmides que duram até hoje, mais de 4.500 anos depois de erguidas, esses povos precisavam saber técnicas de engenharia e conceitos de matemática. E, de fato, possuíam amplo conhecimento, e por isso foram capazes de se tornar potências em seu tempo – eles tinham armas mais modernas, e podiam alimentar e organizar exércitos melhor que seus vizinhos. E como eles explicavam a gênese do cosmos? Por meio dos deuses – Ishtar, Tiamat, deuses babilônicos, Ísis, Apófis, Rá, deuses egípcios, você provavelmente já ouviu alguns desses nomes – e usavam esses deuses para explicar muitos fenômenos do mundo natural, inclusive a origem do universo. Um dos conhecimentos mais desenvolvidos tanto na Babilônia quanto no Egito antigo era a observação das estrelas, que era importante, por exemplo, para a determinação das épocas de plantio e colheita.

Apesar de muitas vezes não nos darmos conta, herdamos técnicas e conceitos desses povos antigos[6]. Dentre eles noções da astronomia babilônica. A primeira referência direta às constelações foi feita em inscrições em pedra e tabuletas de argila encontradas na Mesopotâmia. Ou seja, os babilônios dividiram o céu noturno em regiões, conhecidas hoje como constelações, e associaram ícones ou símbolos a cada uma dessas áreas, e até hoje algumas dessas constelações – doze delas – são associadas aos signos do zodíaco, que servem como base da astrologia. A definição de uma constelação provém dos babilônios, ou seja, um agrupamento de estrelas que parecem próximas quando vistas no céu da Terra; atualmente, são definidas 88 constelações. A astrologia era

5 STEINER, João E. *A origem do universo*: estudos avançados 20, 232 (2006). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v20n58/20.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2017.

6 A divisão do ano em 12 meses, por exemplo, do dia em 24 horas e das horas em 60 minutos parece ter origem babilônica: os babilônios usavam o número 12 como base de contagem, diferente de nós, que usamos 10 como base.

algo sério para esses povos e estava relacionada com a astronomia. Os deuses viviam no céu, e de lá comandavam as ações na Terra. Como era de se esperar, nas estrelas que os babilônios procuravam determinar a predominância da influência de um deus em uma determinada época do ano, saber sobre as épocas de plantio e colheita. Enfim, a partir da leitura astronômica das posições dos corpos celestes, os acontecimentos presentes e passados eram interpretados e o futuro era previsto. Tinha-se, então, uma tentativa de vincular o divino e celeste com os acontecimentos humanos aqui na Terra. O aconselhamento astrológico era um processo quase mágico que impregnava a cultura local.

A época do mundo governado por vários deuses não iria durar para sempre e a semente do começo do fim dessa época estava em outra civilização da Era Antiga, os gregos. Apesar de também possuírem os seus deuses, os gregos não abdicaram de buscar explicações racionais para o que viam.[7] Isso não quer dizer que as culturas passadas não fossem racionais, porém operavam como uma outra lógica que não a desenvolvida pelos gregos, lógica essa presente, por exemplo, nos mitos.

É interessante notar que a física e a cosmologia de Aristóteles proposta no século I durou até o século XVII, isto é, até o início da modernidade. A concepção aristotélica era bastante diferente daquela que iria predominar a partir da modernidade, qual seja, matematizada e quantificável. Assim, o filósofo antigo propôs uma concepção de cosmos finito, fechado, qualitativo e absolutamente hierárquico em que cada elemento (água, terra , ar, água e éter) possuía o seu lugar natural[8]. Nesse sentido, por exemplo, o elemento terra, mais pesado, posicionava-se no centro enquanto os elementos mais leves, como a água, o ar e o fogo, iam formando "camadas" concêntricas em volta. Para nós interessa enfatizar que nesse universo finito era possível identificar um centro, em que Aristóteles colocou a Terra. Ainda operando dentro de hierarquias, Aristóteles (384 a.C., 322 a.C.) postula uma distinção fundamental entre o âmbito do terrestre (sublunar) e o celeste (supralunar). A terra sujeita as mudanças e transformações era constituída pelos 4 elementos corruptíveis,

7 Essa visão racionalista não se limitou à cosmologia, como foi visto em Bases Epistemológicas da Ciência Moderna, Demócrito, por exemplo, foi o primeiro a sugerir um modelo atômico com muitos paralelos com a moderna compreensão microscópica da matéria.

8 Cf. ARISTÓTELES, *De Caelo*, 270b 20-30 e seguintes. O *De Caelo* (Sobre o céu) é a obra de Aristóteles que contém as bases de sua cosmologia (Edipro, 2014).

já os astros era constituído pelo éter, elemento perfeito e incorruptível. Por isso, aliás, que os astros realizavam o movimento perfeito, o circular, e na terra observávamos o movimento retilíneo. No século II d.C. Ptolomeu construiu um modelo geocêntrico de cosmos, seguindo a perspectiva aristotélica, porém o compatibilizou com os dados experimentais então disponíveis na época[9].

Esse modelo foi adotado, em suas linhas gerais pela perspectiva cristã, porém com uma distinção fundamental: o universo deixa de ser eterno, como era para Aristóteles e se torna criação da vontade divina.

Será que a visão europeia de mundo diferia em muito daquela professada por outros grandes povos? A ideia dominante no mundo europeu era de que um criador havia feito o universo pronto e acabado e que, portanto, qualquer dúvida sobre o funcionamento do universo era uma questão religiosa, teológica, e não algo para se raciocinar muito a respeito. Deus havia feito o mundo em sete dias, com a Terra no centro, e questionar essa visão era questionar a Igreja. A visão predominante no mundo medieval era a geocêntrica, onde a Terra era o centro do universo. Essa visão era parcialmente justificada pelo fato de que é na Terra que vivem os seres humanos, criados a imagem e semelhança de seu Deus. Mas isso não era tudo. Se olharmos as estrelas à noite, acompanhando-as por um bom período, você verá que realmente elas parecem girar ao redor da Terra. O único problema aparente é o movimento dos planetas que, ao invés de seguirem caminhos circulares no céu como as estrelas, fazem laçadas estranhas; eles vão num sentido, de repente diminuem a velocidade, invertem o sentido e só depois retomam a trajetória inicial. Esse fenômeno é conhecido como movimento retrógrado dos planetas.

Como era de se esperar uma explicação para esse movimento atípico, que mantinha a Terra no centro do universo, baseava-se na perfeição do movimento circular: os planetas, assim como as estrelas e o Sol, movem-se em círculos ao redor da Terra. A diferença está no fato de que esses círculos se movem sobre outros círculos, o que explicaria o movimento de laçada visto a partir da Terra. Embora fosse bastante complexo, esse sistema de círculos sobre círculos, conhecido como sistema de epiciclos, era capaz de explicar o que se via no céu. Um modelo geocêntrico bastante refinado foi compilado pelo astrônomo grego Cláudio Ptolomeu (90-168), também de Alexandria, e foi divulgado em

9 Cf. PORTO, C. M.; PORTO, M. B. D. S. M. A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna, *Revista Brasileira de Física*, 30, 4601, 2008.

seu livro *O Almagesto*[10]. Mas, na história da construção do conhecimento, mentes investigativas sempre questionam modelos que precisam ser revistos a cada nova observação. Em pouco tempo, a teoria geocêntrica estava novamente sob dúvida. Ironicamente, um dos primeiros modelos do universo em que a Terra não estava no centro foi proposto por um sacerdote cristão, o polonês Nicolau Copérnico (1473-1543). Utilizando as observações dos astros disponíveis na época, Copérnico concluiu que o Sol estaria no centro do universo, com a Terra e os demais planetas girando ao seu redor. Ele escreveu um livro para divulgar essas ideias. Temendo a Inquisição, e principalmente a fogueira, punição comum para quem desafiasse as verdades sagradas, Copérnico nunca publicou esse livro. *De revolutionibus orbium coelestium*[11], ou *Da revolução de esferas celestiais*, foi lançado após sua morte, em 1543.

O modelo heliocêntrico, com o Sol, *Helios*, no centro, de Copérnico ainda mantinha as órbitas circulares, e foi um sucesso entre os estudiosos da época. Um deles, o alemão Johannes Kepler (1571-1630), que foi um professor de matemática, ficou tão entusiasmado que decidiu verificar se era possível saber qual sistema era o correto, se o geocêntrico ou o heliocêntrico. Kepler conseguiu uma posição no principal observatório astronômico da Europa, comandado por Tycho Brahe (1546-1601). Não havia telescópios nesse tempo. As observações do céu eram feitas a olho nu, com anotações noturnas feitas à luz de velas. Mesmo assim, Tycho Brahe havia reunido as melhores informações possíveis sobre o movimento dos planetas no céu. E foi de posse dessas informações e de longos anos de trabalho que Kepler percebeu duas coisas muito interessantes:

- os planetas não se movem em círculos, mas em elipses, ao redor do Sol;
- a velocidade de um planeta tem relação com a distância a que ele está do Sol.

Essas descobertas, contidas no que contemporaneamente chamamos de as *leis de Kepler*, são importantes por anunciarem, de forma inequívoca, que o Sol deve influenciar o movimento dos planetas, e que esse movimento não tem a perfeição divina das esferas e círculos. Por não ser um movimento circular,

10 Edição em latim. Disponível em: <http://www.univie.ac.at/hwastro/rare/1515_ptolemae.htm>. Acesso em: 23 nov. 2017.

11 Edição em latim. Disponível em: <http://ads.harvard.edu/books/1543droc.book/>. Acesso em: 23 nov. 2017.

o movimento dos planetas não tem um centro, mas focos, e a distância dos planetas a esses focos varia. No entanto, o Sol está num dos focos da elipse em que o planeta anda, e assim a distância do planeta ao Sol varia periodicamente, e isso causa mudanças na velocidade do planeta. Ou seja, o Sol influencia o movimento planetário de forma regular e previsível. Só faltava, então, a formulação matemática completa do movimento planetário, com uma explicação de como o Sol altera a velocidade de um planeta. E foi isso que Newton (1643–1727) fez, com o que contemporaneamente chamados de lei universal da gravitação, que relaciona matematicamente a força da gravidade – atrativa – exercida pelo Sol sobre qualquer corpo, a massa do Sol e a massa do corpo, e a distância entre os dois. Antes disso, para que fizesse sentido usar essa relação, Newton definiu, nas duas primeiras das hoje famosas três leis do movimento de Newton, o conceito de força: força é algo que muda a velocidade de um corpo, proporcionalmente à massa desse corpo.

Com essas ideias é possível determinar matematicamente, sem sombra de dúvida, que a órbita de um planeta ao redor do Sol é uma elipse. Ou seja, Newton demonstrou que sua lei da gravitação universal, junto com suas três leis do movimento, levava às leis de Kepler. Foi um "triunfo" do pensamento humano – *ou seria mais uma interpretação equivocada das observações da natureza coerente com aquilo que acreditamos ser a verdade???* –, coroado por completo em 1846, quando o planeta Netuno foi descoberto pelos astrônomos Urbain Le Verrier e John Couch Adams aplicando-se as leis de Newton ao movimento do planeta Urano – os cálculos indicavam que devia existir um outro planeta ainda desconhecido alterando o movimento de Urano, e os telescópios da época encontraram Netuno onde os cálculos diziam que ele deveria estar[12].

Uma vez que foi possível descrever adequadamente o movimento dos planetas no Sistema Solar a partir de fórmulas e expressões matemáticas, era natural procurar agora uma explicação para a origem do universo a partir das mesmas bases racionalistas.

---

12 Não é objetivo deste texto analisar em profundidade os trabalhos de Newton e Kepler. Para os interessados nessas temáticas indicamos as seguintes referências: cf. WESTFALL, R. S. *Force in Newton's Physics*. MacDonald – London, 1971 e cf. e os trabalhos originais de Kepler, Astronomia Nova, 1609. Disponível em <https://archive.org/details/Astronomianovaa00Kepl>; Harmonices Mundi, 1619. Disponível em: <https://archive.org/details/ioanniskepplerih00kepl>; e Epitome Astronomiae Copernicanae, 1618-1621. Disponível em: <https://archive.org/details/epitomeastronomi02kepl>. Acesso em: 16 jan. 2018.

A partir da contemporaneidade, observamos o desenvolvimento vertiginoso de novos instrumentos que permitiu testar teorias sobre a origem e funcionamento do universo. Utilizando telescópios mais eficientes, Hubble pôde observar que as galáxias afastam-se umas das outras, o que o levou a concluir que o universo está em expansão[13]. Pois bem, se o universo está crescendo hoje, significa que ele foi menor ontem, e menor ainda anteontem, e assim por diante até… É uma conclusão simples: o universo já foi bastante pequeno, no passado. O quão pequeno?

A partir dessa observação, George Gamow, Ralph Alpher e Robert Herman[14], no final da década de 1940, apresentaram a seguinte hipótese: se o universo tinha sido muito pequeno um dia, tudo que existe hoje deveria ter estado em um volume muito menor do que o de hoje e, portanto, a densidade do universo no passado deve ter sido maior do que é hoje. Pense num trem lotado chegando à estação: quando as pessoas saem cada uma vai para lados diferentes, e ninguém se sente mais apertado; mas quando todos estavam dentro do trem, o aperto era imenso… e o calor também. O mesmo deveria valer para o universo: com mais espaço as coisas no universo se afastam umas das outras, mas antes elas não tinham como se afastar e, portanto, estavam bastante próximas, e desse modo a temperatura local era maior. Conclusão: o universo, em sua infância, era pequeno e quente, muito quente, e cresceu bastante para chegar ao tamanho que tem hoje. Tal teoria sobre o universo primordial levou o nome de Teoria do Big Bang[15]: o universo teria nascido com algo similar a uma grande explosão, ou seja, temos aqui uma analogia, não uma explosão de fato.

A temperatura do universo no passado deveria ter sido quente o bastante para influenciar inclusive a organização da matéria. Gamow e Alpher calcularam que, de acordo com a proporção dos átomos encontrados no universo de hoje, poder-se-ia deduzir qual tinha sido a temperatura do universo no passado. A formação dos átomos no começo do universo, a nucleossíntese,

13 Ver, por exemplo, EISTEINER, J. E., A Teoria do Big Bang: um universo em expansão, *Revista Pré-Univesp*, 61, Dez. 2016. Disponível em: <http://pre.univesp.br/a-teoria-do-big-bangg#.WhwYrdYVCU>. Acesso em: 27 nov. 2017.

14 ALPHER, R. A.; BETHE, H.; GAMOW, G. The Origin of Chemical Elements, *Physical Review* 73, 803, 1948; ALPHER, R. A.; HERMAN, R. Evolution of the Universe, *Nature* 162, 774–775, 1948.

15 O vídeo da TV Escola, disponível em: <https://tvescola.mec.gov.br/tve/video/abc-da-astronomia-big-bang>, explica de forma simples e objetiva essa questão. Acesso em: 27 nov. 2017.

teria uma relação direta com a temperatura do universo na época em que eles se formaram. Outra conclusão, obtida por Alpher e Herman, é de que deveria haver um "resto" de calor original do universo, espalhado de forma uniforme no espaço.

Esse calor remanescente deveria ser detectável na forma de ondas eletromagnéticas preenchendo o universo de maneira mais ou menos uniforme. Na década de 1960, os engenheiros Arno Penzias e Robert Wilson criaram uma antena para telecomunicações que, totalmente por acidente, detectou o que hoje se chama *radiação cósmica de fundo*, e que é um sinal inequívoco de que o universo foi sim um dia muito quente.

A Teoria do Big Bang, bastante aceita no meio científico, introduz a ideia de que o universo cresceu do zero, quando o tempo passa a ter significância, é de longe a melhor explicação científica que se tem para as seguintes observações:

- o afastamento das galáxias;
- a proporção dos elementos químicos existentes (ligada à nucleossíntese);
- a existência de uma radiação cósmica de fundo, que se distribui uniformemente em todas as direções do espaço sideral.

O Big Bang, além de explicar essas observações, permite que se tenha uma concepção muito boa da história geral do universo. É possível determinar a evolução do universo: inicialmente só havia radiação e partículas elementares, como quarks e glúons, que formaram elétrons, prótons e nêutrons e posteriormente os átomos, aqueles mais simples, como hidrogênio e oxigênio. Só mais tarde as estrelas se formaram a partir dos átomos mais simples, e posteriormente os átomos mais complexos, e os planetas. O interessante é que pode-se determinar também a idade do universo: o valor aceito atualmente pela comunidade científica é de 13,7 bilhões de anos (esse valor, hoje, é obtido através de vários tipos de medidas diferentes, e todas parecem concordar entre si). Cabe destacar que essa teoria, assim como todas as outras, não está livre de percalços...

O que se pode extrair dessa história toda, que começou com a observação das estrelas até mesmo antes da Babilônia e do Egito e que veio culminar com a Teoria do Big Bang, é que cada geração ou época usa os conhecimentos herdados de gerações e épocas anteriores, reinterpretando-os ou contrapondo-os

quando possível e quando necessário, à luz do conhecimento em cada época. De um céu cheio de divindades, ligado à astrologia, chegamos a um céu cheio de matemática, ligado à astronomia e à física, passo a passo. Qual dessas teorias está correta? Não sabemos a resposta. Todavia, se admitirmos que a visão contemporânea prevalece, pelo menos no seu sentido de eficácia, não se pode negar que seu desenvolvimento não se deu por conta de revelações feitas por alguma divindade benevolente, mas sim através do desenvolvimento do conhecimento, capitaneado por filósofos naturais, que se puseram, cada um deles, em cada época, a estudar os céus.

Teorias sobre a origem do universo II: estudo de caso

Apesar de muitos considerarem que as evidências que suportam a Teoria do Big Bang não podem ser refutadas, ainda hoje muitas pessoas não acreditam sequer que o universo possa ser muito antigo, pois não aceitam que se possa averiguar a idade do universo estudando-o. Para tais pessoas, a única fonte segura de informação sobre o universo é algum texto sagrado, inspirado por alguma divindade; lendo a Bíblia, por exemplo, pode-se chegar à conclusão que a Terra – e, por extensão, o universo – tem somente cerca de seis mil anos. Essa mesma questão é experienciada pelos professores em seu cotidiano, quando, cumprindo o previsto nos PCNs apresentam as teorias científicas sobre a origem e as leis que, do ponto de vista da ciência, governam o universo. Diante desse quadro, os professores foram expostos à seguinte questão problema:

- Imagine que lhe contam duas histórias sobre como você veio ao mundo: numa delas, sua família – incluindo seu pai e sua mãe – lhe diz que você apareceu para seus pais, ainda bebê, magicamente, anunciado por anjos; na outra, pessoas de fora de sua família – estranhos – lhe dizem que você surgiu de acordo com regras da biologia, depois que seus pais fizeram sexo. Como você faria para verificar qual delas é verdadeira? Em qual delas você, que respeita seus pais, deve acreditar? Qual delas é mais bonita? A beleza ou o respeito à tradição podem ser usados como critério de verdade?

Essa proposta provocou intensos debates, inclusive com o posicionamento de alunos-professores afirmando que cumpriam sua obrigação apresentando aos seus alunos as teorias científicas, mas que intimamente acreditam no criacionismo. Uma das constatações do grupo: não é trivial apresentar aos

alunos uma teoria ou fato que não acreditamos. Nossa posição contrária a ela certamente transbordará. Outros relataram a grande dificuldade em debater este assunto com os alunos, justamente porque aqueles que os cercam, lhes provem e acariciam apresentam a visão criacionista como a *verdade*.

Inspirada por esse debate, uma aluna-professora do 7º ano do ensino fundamental apresentou aos alunos três visões distintas sobre a origem do universo: a primeira a visão dos nheengatu, apresentada neste texto, a segunda a visão dos egípcios, também criacionista, e a terceira uma versão concisa da Teoria do Big Bang. Em seguida solicitou aos alunos que indicassem razões que os levavam a descartar cada uma das teorias apresentadas. A professora relatou ao grupo que a maior parte dos alunos indicaram que respeitavam a visão dos indígenas e dos egípcios, mas que acreditavam na Bíblia e na versão criacionista cristã. Sobre a Teoria do Big Bang pouco se falou. Em todos os casos, os alunos detinham seus argumentos no respeito a outras visões e na crença que professavam ao invés de indicar argumentos para descartar as teorias apresentadas. Em suma, a reflexão que fizemos em grupo correspondia exatamente aos aspectos observados pelos alunos-professores em sala de aula: beleza ou respeito à tradição são usados como critério de verdade.

Será que existe alguma forma de mudar essa perspectiva? Será que o criacionismo que vemos na sala de aula hoje difere daquele professado por outros povos? Por outro lado, não podemos professar uma crença cega no pensamento científico. Seria apenas mais uma mudança do deus de plantão. A evolução do pensamento nos mostra que o questionamento é a única forma de quebrar paradigmas. Assim, cabe a nós educadores apresentar cada um desses conceitos não como um fato acabado, algo que os alunos devam aceitar e adorar, mas sim um pensamento em construção, que deve ser analisado, ponderado e criticado.

Agradecimento

Agradeço às professoras Luciana Zaterka e Itana Stiubiener pela leitura crítica e contribuições.

Referências

ARISTÓTELES, *De Caelo*, (Edipro, 2014).

ALPHER, R. A.; ALPHER, Bethe; GAMOW, G. The Origin of Chemical Elements, *Physical Review*, 73, 803, 1948.

ALPHER, R. A.; HERMAN, R. Evolution of the Universe, *Nature*, 162, 774–775, 1948.

COPÉRNICO, N. *De revolutionibus orbium coelestium,* 1543. Disponível em: <http://ads.harvard.edu/books/1543droc.book/>. Acesso em: 23 nov. 2017.

EISTEINER, J. E., A Teoria do Big Bang: um universo em expansão, *Revista Pré-Univesp*, 61, Dez. 2016. Disponível em: <http://pre.univesp.br/a-teoria-do-big-bangg#.WhwYrd-YVCU>. Acesso em: 27 nov. 2017.

KEPLER, J. *Astronomia Nova*, 1609. Disponível em: <https://archive.org/details/Astronomianovaa00Kepl>. Acesso em: 16 jan. 2018.

KEPLER, J. *Harmonices Mundi*, 1619. Disponível em: <https://archive.org/details/ioanniskepplerih00kepl>. Acesso em: 16 jan. 2018.

KEPLER, J. *Epitome Astronomiae Copernicanae*, 1618-1621. Disponível em: <https://archive.org/details/epitomeastronomi02kepl>. Acesso em: 16 jan. 2018.

MARTINS, Roberto de Andrade. *O universo*: teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Moderna, 1994. Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/Universo/index.html>. Acesso em: 23 nov. 2017.

Parâmetros Curriculares Nacionais para as Ciências Naturais, 1ª a 4ª Séries. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2017.

Parâmetros Curriculares Nacionais para as Ciências Naturais, 5ª a 8ª Séries. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2017.

PORTO, C. M.; PORTO, M. B. D. S. M. A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna, *Revista Brasileira de Física*, 30, 4601, 2008.

PTOLOMEU, C. *O Almagesto, 1515*. Disponível em: <http://www.univie.ac.at/hwastro/rare/1515_ptolemae.htm>. Acesso em: 23 nov. 2017.

STEINER, João E. A origem do universo, *Estudos Avançados*, 20, 232 (2006). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v20n58/20.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2017.

NEUROEDUCAÇÃO EM FOCO

Maria Teresa Carthery-Goulart[1]
Paula Ayako Tiba[2]

Introdução

Neuroeducação (Neurociência Educacional ou Movimento Mente, Cérebro e Educação) pode ser definida como um campo de pesquisa que combina conhecimentos das Neurociências, Psicologia, Ciências Cognitivas e Educação para ampliar a compreensão de como se aprende e de como essa informação pode ser usada para criar métodos de ensino, currículos e políticas educacionais mais efetivos (ANSARI e col., 2012).

Apesar da forte relação entre aprendizagem (e ensino) e função cerebral, a Neuroeducação é relativamente recente enquanto disciplina científica (ANSARI e col., 2012). Esse campo de pesquisa surge no contexto de dois movimentos que se iniciam na década de 1990, a denominada "década do cérebro": houve um investimento substancial em pesquisas visando a compreensão do sistema nervoso, especialmente nos Estados Unidos, somado à rápida popularização do conhecimento sobre o cérebro nos diversos veículos de comunicação, a partir dos avanços das técnicas de *imageamento* cerebral (para uma revisão, vide Lisboa, 2016).

Na sociedade, a forma de veiculação midiática do registro de neuroimagens, promove a ideia de que é possível capturar uma "prova visual" da atividade cerebral e "ver" os processos complexos do pensamento, apesar da enorme complexidade da aquisição de dados, processamento de imagens e pressupostos

1 Professora Adjunta do Centro de Matemática, Computação e Cognição, Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André, Brasil, teresa.carthery@ufabc.edu.br

2 Professora Adjunta do Centro de Matemática, Computação e Cognição, Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André, Brasil, paula.tiba@ufabc.edu.br

implicados[3]. Esse fenômeno, denominado "neurorrealismo" por Racine e colaboradores (2005) teve como uma de suas consequências o vertiginoso crescimento do interesse por Neurociência e com isso, a criação de um contexto favorável à exploração comercial desse conhecimento.

Na pesquisa, após cerca de dois séculos do predomínio da Neuropsicologia clássica enquanto metodologia principal para a investigação da relação "Mente e Cérebro"[4], o avanço das técnicas de *imageamento* cerebral resultam em uma aproximação entre a Psicologia Cognitiva/ Comportamental e a Neurociência, que tem possibilitado o estudo interdisciplinar de trajetórias típicas e atípicas de desenvolvimento. Em paralelo aos avanços da Neurociência, o campo da Educação baseada em evidências também cresce a partir dos anos 1990 e encontra nos estudos neurocientíficos uma fonte adicional de validação de práticas educacionais: a verificação de seus correlatos neurais (cf. LISBOA, 2016). Todo esse cenário se mostra promissor para o crescimento da Neuroeducação, mas não vem sem barreiras e desafios. Afinal, o que a Neurociência pode oferecer à Educação e vice-e-versa? Que aspectos éticos devem ser levados em conta à medida que se populariza o conhecimento neurocientífico? Quais os desafios na "construção de pontes" entre Neurociência e Educação?

O presente capítulo traz uma reflexão sobre essas questões a partir da nossa vivência ao ministrar a disciplina Neurociência e Educação como um dos módulos de formação continuada de alunos-professores, ofertado pela Universidade Federal do ABC para a Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP).

---

3 Apesar das técnicas de neuroimagem requererem análise e interpretação, que envolvem decisões técnicas e metodológicas, cálculos matemáticos e testes estatísticos, a mídia tem difundido erroneamente que essa tecnologia possibilita uma fotografia precisa da atividade cerebral, equivalente ao microscópio na visualização de um neurônio (para revisão e discussão vide Lisboa, 2016).

4 Inicialmente os correlatos das funções cognitivas eram estabelecidos pela neuropsicologia em estudos de caso anátomo-clínicos. As manifestações cognitivas eram detalhadamente descritas e apenas *post-morten* o *locus* lesional identificado e relacionado àquela função (Ex. Áreas de Broca e de Wernicke, marcos no estudo da linguagem). Com a tomografia computadorizada e posteriormente a ressonância magnética essas correlações podem ser feitas ao mesmo tempo e estudos comparativos de grupos clínicos também podem ser realizados.

O que a Neurociência pode oferecer à Educação e vice e versa?

Lent (2010) descreve as Neurociências como pesquisas que podem ser estruturadas em cinco disciplinas ou níveis principais: Neurociência Molecular, Neurociência Celular, Neurociência Sistêmica, Neurociência Comportamental e Neurociência Cognitiva. Um desafio para neurocientistas envolvidos na formação continuada de professores é definir quais assuntos interessam a este público e em qual profundidade devem ser abordados. Nas últimas décadas, nota-se a crescente busca por parte de professores e educadores de cursos e recursos educacionais baseados no cérebro (*brain-based*). Alguns desses têm sido desenvolvidos por neurocientistas, outros por educadores, outros ainda por neuroeducadores (LISBOA, 2016). No entanto, nem tudo o que está à disposição no mercado e é baseado no cérebro tem suporte neurocientífico (ZEGGIO e col., 2015). Por isso, é grande a responsabilidade dos neurocientistas quando estão veiculando informações sobre Neurociência em cursos de formação de professores e/ou atividades de divulgação científica. Até mesmo porque, em alguns casos, são os próprios educadores que difundem informações imprecisas (ou incorretas) e soluções supostamente baseadas no cérebro (LISBOA, 2016).

Mas o que buscam os professores? De acordo com Dubisnky (2010), professores estão dispostos a investir no conhecimento sobre Neurociência, pois acham que "devem aprender como o cérebro funciona para realizar melhor seu trabalho" ou ainda "querem entender os processos de aprendizagem que eles tentam estimular" (tradução livre, p. 8057). Ao mesmo tempo, a partir de interações com profissionais da Educação, neurocientistas têm buscado investigar aspectos relevantes para a Educação, embora as metodologias e contextos de estudo difiram substancialmente entre essas áreas.

No que se refere ao conteúdo dos cursos de Neurociência e Educação, pelo menos duas abordagens são possíveis e mencionadas na literatura crescente sobre o assunto: (1) ampliar as disciplinas de Neurociência na graduação dos cursos de Licenciatura e Pedagogia e a oferta de cursos extensivos de Neurociência em programas de formação continuada de professores e; (2) selecionar os "grandes assuntos" em Neurociências e, através de discussões entre neurocientistas e educadores, tópicos que permitam interações científicas entre as áreas.

A primeira abordagem tem como argumento principal a necessidade de aprofundamento dos educadores em conteúdos da Neurociência, já que isso pode instrumentalizá-los, fornecendo-lhes subsídios teóricos para que possam criticamente avaliar os achados divulgados na mídia. Além disso, essa abordagem considera que os recentes achados da Neurociência podem repercutir diretamente sobre as práticas educacionais e ter consequências imediatas nos processos de ensino-aprendizagem.

A segunda abordagem é mais cautelosa e se atenta para a construção do campo interdisciplinar da Neuroeducação, pois enxerga poucos pontos de intersecção entre os métodos de pesquisa em Neurociência e Educação e um longo caminho (que requer tempo e esforço, como colocado por Bruer em 1997) para a efetiva construção desse campo. Ferreres, China e Abusamra (2014, p. 105) discutem que "a pesquisa educacional está voltada para a melhoria dos métodos, técnicas e materiais de ensino enquanto que o interesse das neurociências é a compreensão do sistema nervoso e mais especificamente das relações mente e cérebro". Assim, ponderam que "o conhecimento de como se dá a aprendizagem e outros temas são valiosos para quem trabalha com a educação, mas sua transposição para a teoria e prática do ensino não é nem óbvia, nem automática" (p. 105). Por exemplo, embora a Psicologia e a Neurociência Cognitiva tenham avançado no entendimento de como funcionam os sistemas de memória, seus correlatos neurais, os fatores que facilitam e dificultam a aquisição, consolidação e evocação de memórias, os sistemas de memória mais e menos desenvolvidos ao longo do ciclo vital, esses tópicos não foram ainda suficientemente explorados em pesquisas no campo da Educação. A sala de aula e a escola são contextos mais complexos em que diversas variáveis interagem e não podem ser estudadas isoladamente. Essa situação é completamente diferente das situações experimentais nas quais as evidências científicas foram obtidas. Dessa forma, embora conhecer as pesquisas e métodos de investigação em Neurociência possa provocar reflexões sobre práticas de ensino ou processos de aprendizagem, não se pode fazer uma transferência direta e os cursos devem deixar esse aspecto claro às suas audiências.

Tendo dito isso, é preciso salientar que em algumas áreas, a contribuição dos achados neurocientíficos tem sido fundamental, por exemplo, na compreensão da natureza e descrição de trajetórias típicas e atípicas de desenvolvimento. Assim, pesquisas sobre o desenvolvimento de habilidades ensinadas na escola

(como leitura e artimética) e sobre as mudanças neurais subjacentes a esses processos, puderam ser realizadas com métodos não invasivos para imageamento das funções cerebrais, como a Ressonância Magnética e Ressonância Magnética Funcional (MRI e fMRI), Eletroencefalografia (EEG) e Espectroscopia por Infravermelho Próximo (NIRS), entre outros. Esses trabalhos têm possibilitado a identificação de mudanças ao longo do curso de aprendizagem e esse conhecimento potencialmente ajuda a desenvolver estratégias para lidar com as crianças, visando um melhor desenvolvimento das funções cognitivas moldadas pela Educação (FERRERES e col., 2014; ANSARI e col., 2012).

Reconhecendo a distância entre Educação em Neurociência, em 1997, Bruer sugeriu que a Psicologia Cognitiva seria a disciplina indicada para mediar a relação ou "construir pontes" entre Neurociência e Educação. Os achados da Psicologia Cognitiva podem ser melhor articulados com as pesquisas da Educação, enquanto os achados em Neurociência básica relacionam-se mais proximamente ao conhecimento sobre as funções cognitivas. Passados 20 anos da publicação de Bruer, esse caminho ainda parece ser o mais viável para desenvolver a Neuroeducação enquanto disciplina científica (HORVATH; DONOGHUE, 2016).

Dubinsky (2010) discute sua experiência em formação de professores e considera que os cursos devem ter como foco passar as grandes ideias em Neurociência (aquelas que todos deveriam saber) e promover debates e interações entre os campos, com trocas que, além de promoverem o desenvolvimento da Neuroeducação, tragam ganhos à Neurociência e à Educação individualmente. O autor dá como referência os oito temas destacados pelo Comitê de Educação Pública e Comunicação da Sociedade pela Neurociência (Society for Neuroscience, SfN, 2008). No *website* os conteúdos são explicados de forma acessível e relacionados a situações do dia a dia. Além disso, podem ser trabalhados pelos professores com seus alunos, já que foram associados com conteúdos curriculares das disciplinas dos eixos de ciências físicas, ciências da vida e engenharia, ministrados desde a Educação Infantil até o final do Ensino Médio. Cada dois temas se relaciona a um assunto maior principal: (1) O cérebro controla e responde pelas funções corporais e dirige o comportamento (o cérebro é o órgão mais complexo do corpo humano/os neurônios se comunicam usando sinais elétricos e químicos); (2) A estrutura e função do sistema nervoso são determinados por genes e experiências ambientais ao longo da

vida (circuitos geneticamente determinados são a base do sistema nervoso/experiências de vida mudam o sistema nervoso); (3) O cérebro é a base da mente[5] (a inteligência surge quando o cérebro raciocina, planeja e resolve problemas/linguagem, conhecimento e cérebro) e; (4) A pesquisa beneficia a saúde humana (cérebro e curiosidade sobre o mundo/descobertas fundamentais promovem saúde). No Brasil as iniciativas ainda são tímidas e não há muito material disponível em português. O neurocientista Roberto Lent fundou com outros colegas a Rede Nacional de Ciência para Educação (Rede CpE) que tem por objetivo unir pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento interessados em realizar pesquisas científicas que possam promover melhores práticas e políticas educacionais baseadas em evidências. Apesar de o objetivo ser principalmente focado em pesquisa científica, em seu *website* (http://cienciaparaeducacao.org/) é realizado também um trabalho de divulgação científica por meio de vídeos, animações e publicações relacionadas. Nós na UFABC (www.ufabc.edu.br) também costumamos alimentar um blog, com informações gerais sobre neurociência, com textos produzidos pelos nossos estudantes de graduação (futuros bacharéis em Neurociência) e revisados por docentes da Universidade (http://neuro.ufabc.edu.br/blog/).

Na oferta às Prefeituras PMSP e PMSA optamos por uma abordagem mais cautelosa, com um enfoque mais geral, mais interativo e menos prescritivo, como veremos na seção 5. Assim, nossa disciplina tratou dos grandes temas mencionados e de tópicos da Psicologia Cognitiva/Neurociência

---

5 As definições de cérebro e mente podem apresentar certa sobreposição, como podemos ver no dicionário Houaiss. Algumas definições para "mente" são:
1 sistema organizado no ser humano referente ao conjunto de seus processos cognitivos e atividades psicológicas;
2 parte incorpórea, inteligente do ser humano; espírito, pensamento, entendimento;
3 faculdade, ato ou modo de compreender algo ou de criar na imaginação; concepção, imaginação, percepção;
Já "cérebro" pode ser definido como:
1 parte do sistema nervoso central situada na caixa craniana dos vertebrados e que recebe estímulos dosórgãos sensoriais, interpretando-os e correlacionando-os com impressões armazenadas, a fim de acionar; impulsos motores que, essencialmente, controlam todas as atividades vitais [Nos humanos, é também o órgão do pensamento, dos sentimentos, da memória e da imaginação.];
2 centro nervoso dos invertebrados, formado por um ou mais gânglios supraesofágicos; cerebrogânglio
3 faculdade mental; capacidade intelectual; inteligência, talento, cabeça ‹*a ausência de estímulos pode conduzir o c. à inércia*›;
4 sede da inteligência, do poder, da vontade; cabeça.
Assim, de maneira geral nos referimos ao cérebro como substrato orgânico das manifestações mentais.

Cognitiva, promovendo debates sobre seus métodos de investigação e pressupostos e sobre os desafios para a "construção de pontes" entre Neurociência e Educação. Não foram propostas "respostas" da Neurociência para Educação, nem discutidos perfis clínicos ou tentativas de traduzir os achados das pesquisas para aplicações em sala de aula. Nos momentos de discussão, no entanto, percebemos a busca por esse enfoque.

Os Neuromitos e como combatê-los na Educação

A escassez de recursos de divulgação científica populares somada à atratividade que o tema das Neurociências possui abre um caminho que pode ser perigoso. Concepções errôneas de como o cérebro funciona, o que podemos chamar de "neuromito"[6] podem começar com uma má interpretação de fatos comprovados pela ciência e se difundirem rapidamente pela grande expectativa de aplicabilidade desses achados na saúde, educação ou outros campos do conhecimento (PURDY, 2008). Ekuni e colaboradores (2015) caracterizam os neuromitos em "parcialmente errados" (fundamentam-se em evidências parcialmente corretas, mas apresentam erros por algum tipo de simplificação. Por exemplo, a ideia de que existem períodos críticos durante o desenvolvimento para aquisição de determinadas habilidades); "exagerados" (distorções de informações científicas, ignorando o contexto em que os dados foram gerados. Por exemplo a informação de que usamos apenas 10% da nossa capacidade cerebral) e "completamente equivocados" (criados sem nenhum respaldo científico. Por exemplo, ginásticas corporais que supostamente facilitariam a aprendizagem – *Brain Gym* ® (http://www.braingym.org/)).

Em um levantamento feito por Dekker e Lee (2012) alguns dos mitos mais prevalentes na Educação foram (1) os estilos de aprendizagem (estilo visual, estilo auditivo ou estilo cinestésico – *Visual, Auditory and Kinesthesic* – VAK), (2) o cérebro esquerdo vs. cérebro direito e (3) *Brain Gym*®, movimentos corporais que podem favorecer a aprendizagem (COHEN; GOLDSMITH, 2000).

6 Neuromitos são concepções errôneas ou simplificadas sobre o funcionamento da mente e do cérebro que são amplamente difundidas e tomadas como fatos científicos (OCDE, 2003). Além dos neuromitos, a OCDE menciona que "especulações inteligentes" a partir de achados científicos podem também ser divulgadas como achados científicos, o que resulta na difusão de informações incorretas ao público geral.

Uma importante iniciativa no cenário nacional é a coleção "Caçadores de Neuromitos", organizada por Ekuni, Zeggio e Bueno (2015) com a colaboração de dezenas de neurocientistas em capítulos que esclarecem temas de ampla circulação na mídia, como por exemplo, o potencial de se ficar mais inteligente através do uso de fármacos ou de programas de ginástica cerebral.

Tratando especificamente do impacto da aplicação dos achados das Neurociências na Educação, Zeggio e colaboradores (2015) enfatizam a necessidade de um "filtro crítico" que poderia ser fornecido por profissionais com conhecimento suficiente para identificar os "neuromitos" que invadem a sala de aula e que estivessem dispostos e motivados a trabalhar em divulgação científica, apesar do baixo reconhecimento acadêmico que tais atividades trazem em comparação com publicações em revistas científicas (em geral, a publicação de um artigo em periódico com política de revisão por pares é mais valorizada do que publicações e eventos dirigidos à comunidade e atividades de extensão em geral). Purdy e Morrison (2009) e Purdy (2008) mencionam a falta de instrução científica da população em geral, o que prejudica a avaliação dos resultados científicos e o discernimento sobre a possibilidade de sua aplicação. Ressaltam que os "neuromitos" devem ser eliminados, pois sua dominância obscurece os avanços que podem ser importantes para a Neuroeducação.

Nesse sentido, Horvath e Donoghue discutem alguns dos desafios do campo emergente de 'Neuroeducação', no combate aos "neuromitos": comunicação interdisciplinar, conhecimento sobre o *status* de explicações biológicas de comportamento (muitas vezes o que se divulga na mídia como achado robusto, trata-se de um achado que ainda não pode ser generalizado para contexto diferente do que foi pesquisado e requer replicação) , gestão de expectativas entre disciplinas (vide discussão sobre Figura 1) e limitações metodológicas. Mas à medida em que são criadas situações de trabalho conjunto entre neurocientistas e educadores, substituindo-se a comunicação por colaboração, tais desafios vão sendo vencidos. Nesse sentido, resultados em contextos controlados podem ser suportados por pesquisas na escola, o que favoreceria o crescimento da Neuroeducação. Por outro lado, neurocientistas devem elaborar perguntas de pesquisa a partir de observações e questões dos professores, ou seja, a comunicação deve ser sempre bilateral para que seja eficiente e duradoura.

Neuroeducação: construindo pontes ou quebrando muros?

Horvath e Donoghue (2016) revisitam o artigo clássico de Bruer *Education and the Brain: A Bridge Too Far* e discutem que há pelo menos quatro "pontes" que podem ser concebidas entre as Neurociências e a Educação: a ponte prescritiva, a conceitual, a funcional e a diagnóstica. A ponte prescritiva, visa especificar práticas que devem ser realizadas no nível educacional com base nas evidências neurofisiológicas, em outras palavras, essa ponte visa a pesquisa translacional com o objetivo de dizer ao educador e ao aprendiz *o que fazer* e *como fazer*. A ponte conceitual permite que educadores compreendam fenômenos no nível educacional por meio de teorias concebidas no nível neurofisiológico. Isto é, permite que educadores e aprendizes ampliem suas explicações e interpretações dos motivos pelos quais algumas práticas educacionais relevantes funcionam, embora isso não implique em modificar conteúdos ou suas práticas em si (não tem potencial prescritivo). A ponte funcional se refere aos fenômenos no nível neurofisiológico que afetam comportamentos ou a cognição no nível educacional. Ou seja, alterações estruturais ou funcionais do cérebro que podem expandir ou restringir a quantidade e os tipos de práticas educacionais que um educador ou aprendiz possam realizar com sucesso. Horvath e Donoghue (2016) dão dois exemplos desse tipo de comunicação (ou ponte). Se um aluno sofre de danos no córtex visual, que resultam em cegueira (nível neurofisiológico), então qualquer atividade de aprendizado seria inevitavelmente limitada a atividades que não dependem da visão (no nível educacional). No entanto, o dano ao córtex visual não instrui o aluno ou professor sobre quais atividades de aprendizagem não visual realizar, ou como medir seu impacto. Outro exemplo seria "alguns estudantes com distúrbios de atenção optam pelo uso de fármacos para mitigar seus sintomas e melhorar desempenho educacional". Sabemos que esse desempenho é melhorado por mudança da atividade no nível neural. No entanto, tomar um medicamento que atua nas redes de atenção e o torna mais receptivo ao aprendizado, não informam o educador ou o estudante quanto ou quais atividades usar, como usá-las ou como medi-las para aprender línguas, matemática ou geografia. Finalmente, a ponte diagnóstica permite que a cognição e/ou comportamento no nível educacional seja mapeado e correlacionado com fenômenos existentes no nível neurofisiológico. A tradução diagnóstica visa descrever como um aluno

aprende (ou não aprende). Os autores exemplificam: se um aluno demonstrar dificuldade em se envolver com uma tarefa de leitura (nível educacional), o conhecimento dos padrões de ativação neuronal durante atividades de leitura (nível neurofisiológico) poderia ser utilizado para determinar a natureza de sua dificuldade. Mas esse conhecimento ainda requer muitas pesquisas antes de que possa informar um educador ou estudante sobre o que fazer efetivamente para melhorar ou alterar seus padrões neuronais.

Na opinião dos autores a ponte desejada é a prescritiva, mas o conhecimento neurocientífico ainda não tem o potencial de ser traduzido nesse nível para a educação. Quanto às outras pontes, o autor menciona que elas já têm sido construídas, mas estas informam pouco as práticas educacionais.

Segundo Bruer (1997), a consolidação da Neuroeducação como área do conhecimento exigirá tempo e esforço e tem como principal problema a necessidade de se avançar no conhecimento científico. Horvath e Donoghue (2016), cerca de duas décadas depois, discutem que os desafios não residem na "falta de conhecimento", mas em uma característica comum e aceita em todos campos científicos: a incomensurabilidade dos níveis de organização. De acordo com os autores, se pudermos entender que as pontes prescritivas só podem ser construídas de forma significativa entre níveis de organização adjacentes, as razões para a ausência contínua da ponte neuroeducação fica clara. Especificamente, a Neurociência é separada da educação por um nível intermediário de organização: a Psicologia (Figura 1).

Figura 1 – Níveis de organização para as Ciências da Aprendizagem

Fonte: adaptado de Horvath e Donoghue, 2016.

Legenda: as setas indicam os níveis biológicos e as caixas os domínios em que diversos profissionais estão inseridos. Os autores omitem alguns níveis para simplificação (ex. o nível celular poderia ainda ter um subnível molecular). A tradução do conhecimento em práticas prescritivas (o que fazer e como fazer) seria possível apenas entre níveis adjacentes, cujos pressupostos e metodologias de investigação estão mais próximos. Sob essa visão a Educação e as Neurociências interagem através da Psicologia Cognitiva/Comportamental (BRUER, 1997; HORVATH; DONOGHUE, 2016).

Assim, os autores sugerem que recursos sejam dirigidos à solidificação de pontes entre níveis adjacentes. Em outras palavras, retoma o argumento de Bruer (1997) sobre o papel das disciplinas intermediárias para a construção do diálogo, já que somente entre esses níveis as interações teriam o potencial de resultar em pontes prescritivas e significativas. Citando-os: "através da nossa explicação de quatro tipos diferentes de "ponte", é claro que a neurociência

e a educação já estão ligadas por meio de pontes conceituais, de função e de diagnóstico. Através dessas pontes, o diálogo entre educadores está evoluindo, a compreensão do processo de aprendizagem holística é emergente e as opções para mensurar e modular a neurofisiologia em aprendizes típicos e disfuncionais estão se expandindo. No entanto, também é claro que a neurociência não pode prescrever práticas para dentro da educação, exceto através da psicologia, pois esse é o único meio para elucidar e explicar as propriedades emergentes em níveis ascendentes de organização (p. 10, tradução livre).

Ansari e Coch (2006, p. 150) mencionam ainda:

> Reconhecemos que é provável que haja numerosos desafios e obstáculos à medida que estas (e outras) pontes são construídas e colaborações emergem, incluindo uma falta inicial de linguagem e antecedentes comuns, um pequeno número de pontos de contato existentes, falta de um fórum típico para interações interdisciplinares, hostilidade para a mudança, e questões de financiamento; mas acreditamos que o resultado a longo prazo para uma ciência da aprendizagem e da educação é muito importante.

Os autores se referem a uma primeira ponte que seria o desenvolvimento de educadores que aplicam evidência de neurociência cognitiva para sua prática e geram conhecimento científico novo e relevante através de suas colaborações com neurocientistas. Uma segunda ponte se refere à formação do neurocientista para que possa entender as questões da educação. Essa ponte facilitaria o desenvolvimento de cientistas que possam se comunicar com educadores e gerar evidências neurocientíficas que possam ser relacionadas à educação, bem como contribuir com o conhecimento básico. Reconhecem que ambas as pontes precisam de uma abordagem multidisciplinar, integrada e colaborativa, o desafio atual.

Nossa experiência na disciplina Neurociência e Educação: desmistificando o cérebro

"Neurociência e Educação: desmistificando o cérebro" surgiu como uma iniciativa pequena e despretensiosa, e hoje acontece em sua sétima edição. Desde a sua concepção, evitamos propor um curso de neurocientistas para educadores, apesar destes serem de fato os componentes dos professores do

curso e do público-alvo. A construção de um diálogo bidirecional pressupõe que ambos os lados possam ouvir e ser ouvidos. Assim, em nosso curso, buscamos abordar os três aspectos mencionados no tópico anterior: apresentar e debater o que a neurociência pode oferecer (e o que não pode); trabalhar um pensamento crítico quanto à generalização e simplificação de achados neurocientíficos do contexto experimental para a sala de aula e a valorização da interdisciplinaridade e da criação do campo Neuroeducação.

Ao longo da disciplina, foram apresentados conteúdos relacionados à neuroanatomia funcional do sistema nervoso (com o objetivo de familiarizar os alunos-professores com os termos de áreas encefálicas que seriam mencionados durante a apresentação dos conteúdos); atenção, sensação e percepção (trazendo a discussão sobre as diferentes formas de atenção, e de como nem tudo o que sentimos é percebido); emoções e como elas influenciam os processos cognitivos; sono como um componente importante para, por exemplo, consolidação de novas memórias; o tópico de memória e aprendizagem em si (com abordagem principalmente relacionada ao desenvolvimento e os diferentes tipos de memória); linguagem e seu desenvolvimento; funções executivas ditas "superiores": raciocínio, lógica, tomada de decisão etc. e, finalmente, drogas de abuso. Como mencionamos na sessão (2), buscamos dar à disciplina um enfoque mais geral, mais interativo e menos prescritivo, mas percebemos que muitos buscam uma "receita pronta" para levar da disciplina e aplicar em sala de aula. Ainda, os alunos-professores traziam muita curiosidade e preocupação com a diversidade encontrada dentre seus alunos, em especial aqueles que possuíam algum diagnóstico clínico. Essa diferença entre a expectativa do público-alvo e o enfoque que escolhemos dar ao curso propiciou um rico ambiente para discussão, que transitou entre a chamada "medicalização da educação", o limite entre a responsabilidade dos pais e da escola, e a necessidade de diálogo entre a produção do conhecimento neurocientífico e a aplicabilidade em ambientes escolares. Assim, duas temáticas importantes abordadas na disciplina de BECM podem ser retomadas de maneira singular: a relação entre ética e ciência, bem como a relação entre conhecimento "teórico" e "prático".

Sentimos mudanças no grupo ao longo da disciplina. No início, as discussões e questões eram em sua maioria relacionadas ao "fazer" em sala de aula (Ex. "tenho um aluno de 4 anos que não consegue contar [...], será que ele pode ter discalculia? Como devo trabalhar com ele?"). Com o avanço das discussões

e esclarecimentos sobre os objetivos da disciplina, o foco foi mudando para questões sobre como o conhecimento é produzido e divulgado e sobre os limites da transposição direta da teoria à prática. Também a necessidade de aprofundamento e compartilhamento dos conteúdos. Destacamos dois relatos de cursistas para ilustrar esses aspectos:

> *O curso possibilitou além de conhecer melhor as questões de neuroanatomia esclarecer vários mecanismos cerebrais responsáveis por funções mentais importantes na aprendizagem dos alunos. Quando entendemos e respeitamos a forma como o cérebro funciona planejamos atividades e estratégias mais eficientes, proporcionando Educação com mais qualidade. Recebemos informações confiáveis com uma bibliografia que nos ajudará em pesquisas futuras para estudos de casos.*

> *Já estou aplicando os conhecimentos adquiridos em reuniões de professores, juntamente com a coordenadora do Ensino Fundamental. Para o próximo ano, organizarei um projeto de formação continuada dos professores e pais a partir dos temas estudados em parceria com a Universidade para que possamos divulgar os conhecimentos de Neurociência e aprendizagem para todos a fim de melhorarmos a qualidade do ensino nas escolas.*

Ao longo das ofertas dessa disciplina contamos com a participação de estudantes de graduação e pós-graduação além de docentes, da UFABC e de outras universidades. Muitos desses estudantes, por serem também professores de ensino fundamental e médio, puderam auxiliar na construção de uma linguagem mais acessível, assim como na elaboração dos conteúdos abordados pela plataforma online. Os encontros presenciais trouxeram a oportunidade de um rico debate para além do material didático, momentos de intenso aprendizado também para os professores do curso.

Considerações finais

Carew e Magsamen (2010) propõem que a parceria entre Neurociência e Educação seria ideal para produzir soluções baseadas em evidências para orientar a aprendizagem do século XXI. Os autores argumentam que a vasta quantidade de conhecimento que foi gerada, ainda que sobre questões bem definidas, traz um cenário positivo para essa parceria, embora com grandes desafios. Em suas palavras:

> Todos os dias mais informações úteis, dados e perspectivas em tópicos importantes da aprendizagem são gerados por novas pesquisas, explorações e questionamentos. Embora muito desse conhecimento seja compartilhado em círculos acadêmicos, em sua maior parte ele ainda não tem sido amplamente compartilhado e usado fora das disciplinas de origem para informar questões maiores. De fato o potencial "translacional" desse trabalho é geralmente não descoberto, explorado ou adicionalmente avaliado (2010, p. 685, tradução livre).

A procura pelo curso e a motivação dos alunos-professores foi surpreendente. Mais do que isso, nos surpreendemos em como podemos também aprender com os relatos de sala de aula e com a experiência de anos de magistério que nossos alunos-professores possuíam. Percebemos "na pele" a necessidade de uma abordagem interdisciplinar e colaborativa na construção dessa nova área do conhecimento, a NeuroEducação, e ficamos satisfeitas em poder fazer parte desse processo.

Referências

ANSARI, A.; COCH, D. *Bridges over troubled waters*: education and cognitive neuroscience. Trends in Cognitive Sciences, Volume 10, Issue 4, 2006, p. 146 - 151

ANSARI, D.; DE SMEDT, B.; GRABNER, R. H. (2012). "Neuroeducation" – a critical overview of an emerging field. *Neuroethics*, 5, p. 105-117, 2012.

BRUER, J. T. Education and the Brain: A Bridge Too Far. *Educational Researcher*, v. 26, n. 8, p. 4-16, 1997.

CAREW, T. J.; MAGSAMEN, S. H. "Neuroscience and Education: An Ideal Partnership for Producing Evidence-Based Solutions to Guide 21st Century Learning." *Neuron*, v. 67, n. 5, p. 685–8, 2010.

COHEN, I. *Goldsmith M. Hands On*: How to use Brain Gym® in the Classroom. Sea Point, South Africa: Hands On Books; 2000.

DEKKER, S.; LEE, N. C.; HOWARD-JONES, P.; JOLLES, J. Neuromyths in Education: Prevalence and Predictors of Misconceptions among Teachers. *Frontiers in Psychology*, 3, p. 429, 2012.

DUBINSKY, J. M. Neuroscience Education For Prek-12 Teachers. *The Journal of Neuroscience*: The Official Journal of the Society for Neuroscience, v. 30, n. 24, p. 8057–8060, 2010.

EKUNI, R.; ZEGGIO, L.; BUENO, O. F. A. (Org.). *Caçadores de Neuromitos*: o que você sabe sobre o seu cérebro é verdade? São Paulo: Mennon, 2015, 220 p.

EKUNI, R.; ZEGGIO, L.; BUENO, O. F. A. O mistério do cérebro e a caça aos neuromitos. In: _____. *Caçadores de Neuromitos*: o que você sabe sobre o seu cérebro é verdade? São Paulo: Mennon, 2015, p. 16-26.

FERRERES, A.; CHINA, N.; ABUSAMRA, V. Cérebro, Neurociência e Educação. In: CARRETEIRO, M., CASTORINA, J. (Org.). *Desenvolvimento cognitivo e educação*: os inícios do conhecimento. Porto Alegre: Penso, 2014.

HORVATH, J. C.; DONOGHUE, G. M. A Bridge Too Far – Revisited: Reframing Bruer's Neuroeducation Argument for Modern Science of Learning Practitioners. *Frontiers in Psychology*, 7, 377, 2016.

LENT, L. *Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais de Neurociência*. São Paulo: Atheneu, 2010.

LISBOA, F. S. *"O cérebro vai à escola"*: aproximações entre Neurociências e Educação no Brasil. São Paulo: Paco Editorial, 2016. 236p.

OCDE. Compreendendo o cérebro: rumo a uma nova ciência da aprendizagem. São Paulo: Senac, 2003.

PURDY, N. "Neuroscience and Education: How Best to Filter out the Neurononsense from Our Classrooms?" *Irish Educational Studies*, v. 27, n. 3, 2008, p. 197–208.

PURDY N.; MORRISON, H. Cognitive neuroscience and education: unravelling the confusion. *Oxford Review of Education*, v. 35, n. 1, 2009, pp. 99–109

RACINE, E.; BAR-ILAN, O.; ILLES, J. fMRI in the public eye. Nature Reviews. *Neuroscience*, v. 6, n. 2, 2005, 159–164.

SOCIETY FOR NEUROSCIENCE. *Neuroscience Core Concepts*. The essential principles of Neuroscience. (2008). Disponível em: <http://www.sfn.org/index.aspx?pagename=core_concepts>.

ZEGGIO, L.; EKUNI, R.; SILVA, M. A.; BUENO, O. F. A. Neuociências e Educação: cuidado com os neuromitos! In: EKUNI, R.; ZEGGIO, L.; BUENO, O. F. A. (Org.). *Caçadores de Neuromitos*: o que você sabe sobre o seu cérebro é verdade? São Paulo: Mennon, 2015 p. 142-152.

RELATIVIDADE E FÍSICA QUÂNTICA NO COTIDIANO

Ronei Miotto[1]

Introdução

Um questionamento recorrente sobre o Curso de Especialização em Ciência e Tecnologia é a aplicabilidade de uma disciplina de Física Contemporânea na formação de Professores da Rede Pública de Ensino que atuam na Educação Infantil e no Ensino Fundamental I e II. Este capítulo apresenta uma possível resposta a esse questionamento, já que se baseia nas discussões oriundas de um tópico da disciplina de Relatividade e Física Quântica no cotidiano. O conteúdo é abordado em duas etapas: na etapa à distância, aos alunos são apresentados conceitos básicos envolvendo a Teoria da Relatividade Restrita, enquanto no encontro presencial a discussão utiliza esses elementos para debater o papel de alguns mitos no desenvolvimento dessa área da ciência e sua correlação com a prática cotidiana dos professores. Ao construir um paralelo entre o processo de construção do conhecimento científico e o processo de construção do conhecimento em todos os níveis da educação, as reflexões sobre a prática escolar são mais claras e significativas. Centraremos nossa discussão na atividade presencial com o objetivo de exemplificar o processo[2].

1 Professor Associado do Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André, Brasil, ronei.miotto@ufabc.edu.br

2 Não é objetivo deste texto analisar em profundidade a Teoria da Relatividade. Para os interessados nessa temática indicamos, por exemplo, o artigo de Roberto de Andrade Martins, *O surgimento da teoria da relatividade restrita*. Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/server/pdf/RAM-Relatividade-livro.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2018.

Nos ombros de gigantes

If I have seen further it is by standing on the shoulders of Giants[3].
Sir Isaac Newton (1643 - 1727) em carta[4] a Robert Hook
(1635 - 1703) em 5 de fevereiro de 1676.

O ano de 2005 foi declarado o "Ano Internacional da Física", com comemorações acontecendo em diversos lugares. Aqui no Brasil, os eventos comemorativos envolveram uma Sessão Solene[5] da Câmara do Deputados em 20 de outubro de 2005, além de uma agenda especial com palestras e outras atividades. A razão dessas comemorações? Cem anos antes, em 1905, um jovem com pouco mais de 20 anos publicava um pequeno grupo de artigos científicos que iria influenciar permanentemente o modo como os seres humanos descrevem contemporaneamente o universo. Versões em português desses artigos estão no volume 27 da *Revista Brasileira de Ensino de Física*[6]. Albert Einstein (1879-1955), tornou-se, pouco tempo depois, um dos mais famosos cientistas da história da humanidade, e o ano de 1905 iria ser declarado como um *annus mirabilis*, um ano de milagres. Note que todas essas considerações partem do pressuposto de que essa descrição do universo está correta, mas será que isso é mesmo verdade? A temática verdades universais e verdades relativas permeou várias disciplinas de nosso curso, em especial Bases Epistemológicas da Ciência Moderna, e aqui não poderia ser diferente. Voltemos ao *annus mirabilis.* Por conta das celebrações do "Ano Internacional da Física" inúmeras trabalhos tendo a física – e Einstein – como tema central foram publicados em 2005 no Brasil. Um exemplo desses livros é *O cosmo de Einstein*[7], de Michio Kaku, que traz logo em seu primeiro capítulo o seguinte trecho:

> Einstein, que era igualmente bondoso com mendigos, crianças ou reis, também foi generoso com seus predecessores no panteão ilustre da ciência. Embora os cientistas, como todos os indivíduos criativos, possam ter a

3 *Se pude ver mais longe é porque estou sobre o ombro de gigantes*, tradução livre do autor.

4 Original disponível em: <http://digitallibrary.hsp.org/index.php/Detail/Object/Show/object_id/9285>. Acesso em: 25 out. 2017.

5 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/349569.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

6 Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=27&num=1>, Acesso em: 25 out. 2017.

7 KAKU, Michio. *O Cosmo de Einstein*. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

> fama de ciumentos em relação aos rivais, envolvendo-se em brigas mesquinhas, Einstein fazia todo o possível para que as origens das ideias de que foi pioneiro fossem remontadas aos gigantes da física do passado, incluindo Isaac Newton e James Clerk Maxwell, cujos retratos estavam expostos com destaque em sua escrivaninha e na parede.

Kaku apresenta Einstein quase que como um herói, alguém bondoso e generoso, um mito a ser admirado. Essa não é uma visão compartilhada por todos. O conceituado filósofo natural brasileiro César Lattes[8] (1924 - 2005) dizia abertamente que Einstein é um plagiador, uma fraude[9]. Lattes não está sozinho em sua análise[10]. Diversos outros pesquisadores consideram que o que hoje chamamos de Teoria da Relatividade foi proposta por Heinri Poincaré (1854-1912) em uma série de trabalhos, dentre eles, *La Théorie de Lorentz et le principle de réaction*, publicado nos *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles* **5**: 252-278 (1900)[11], de onde retiramos o trecho contido na Figura 1, neste trecho o conceito de dilatação temporal é apresentado explicitamente.

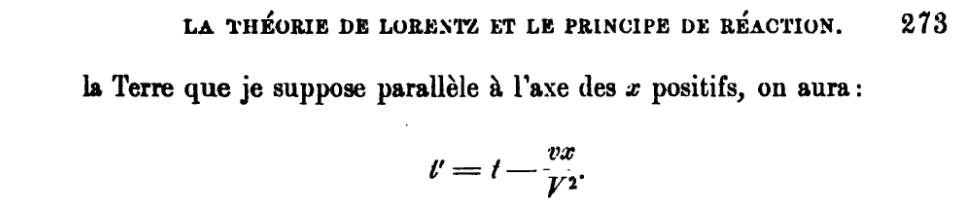
8 Indicado diversas vezes ao Prêmio Nobel, Lattes é considerado um dos maiores nomes da ciência brasileira. Veja sua trajetória em: <http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2969:catid=28&Itemid=23> e <http://www.cbpf.br/Staff/Hist_Lat.html>. Acesso em: 25 out. 2017.

9 Lattes fez essa afirmação inúmeras vezes, como por exemplo para o Jornal da Unicamp de agosto de 2001, p. 11. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/jornalPDF/ju165.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

10 Em seu livro *A History of the Theories of aether and electricity – From the age of Descartes to the close of the Nineteenth Century, Longmans, London, 1910.* Disponível em: <https://ia902606.us.archive.org/16/items/historyoftheorie00whitrich/historyoftheorie00whitrich.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2018. E. T. Whittaker atribui a Poincaré e a Lorentz a proposição do que hoje chamamos de Teoria da Relatividade Restrita.

11 Disponível em: <http://henripoincarepapers.univ-lorraine.fr/bibliohp/?a=on&jo=Archives+n%C3%A9erlandaises+des+sciences+exactes+et+naturelles&action=go>. Acesso em: 22 jan. 2018.

Figura 1 – Extrato do trabalho de Poincaré, *La Théorie de Lorentz et le principle de réaction*, de 1900, onde o conceito de dilatação temporal é apresentado pela primeira vez.



LA THÉORIE DE LORENTZ ET LE PRINCIPE DE RÉACTION. 273

la Terre que je suppose parallèle à l'axe des x positifs, on aura :

$$t' = t - \frac{vx}{V^2}.$$

É muito comum que os gênios sejam vistos como pessoas que tiram ideias extraordinárias quase que do nada, mas na ciência contemporânea, pelo menos na visão racionalista, isso não acontece. Segundo a visão racionalista, a ciência contemporânea é uma construção coletiva, de gerações, e o que um cientista faz é adicionar mais tijolos à construção, mostrar que essa construção tenha algumas falhas ou mesmo indicar que a construção deva ser demolida para que outra seja erguida em seu lugar. Neste último caso dizemos que há uma ruptura do conhecimento. Todavia, para que haja essa ruptura, é preciso desconstruir o conhecimento anterior e para isso é necessário conhecê-lo a fundo.

Roberto Martins, em *O surgimento da teoria da relatividade restrita*, vai mais longe. Ele defende que os avanços da ciência não são obras de gênios, mas sim o resultado de um conjunto complexo de eventos e condições:

> Antigamente, descrevia-se a história de cada nação como a sucessão dos feitos de seus reis. Essa visão simplista e equivocada foi substituída por outra, em que muitos tipos de atores contribuem para as diversas mudanças sociais que ocorrem em cada lugar, ao longo do tempo. É necessário que a história das ciências ultrapasse também a descrição mítica dos "grandes gênios" e seja capaz de estudar toda a complexidade e riqueza do real desenvolvimento histórico de cada passo. A teoria da relatividade não é "a teoria de Einstein" e ela não surgiu de forma mágica no ano de 1905. Ela se desenvolveu gradualmente, com a contribuição de um grande número de pesquisadores, alguns dos quais totalmente obscuros para a grande maioria dos cientistas de hoje. A evolução da ciência é um trabalho coletivo e gradual, não é individual e instantâneo.

É claro que há cientistas e filósofos naturais cujas contribuições são maiores do que as de outros. Eles têm um maior destaque, como foi o caso de Newton e mais recentemente de Einstein. Mas, dentro da visão racionalista, a construção do conhecimento é uma atividade cotidiana, em que pessoas como Newton e Einstein só veem mais longe por estarem sobre montanhas de conhecimento acumulado. Por outro lado, Newton e Einstein caracterizam pontos da história em que o conhecimento se desenvolve por haver o que se convencionou chamar de uma quebra ou mudança de paradigma. Paradigma é alguma noção, convicção ou explicação aceita por uma comunidade que define um exemplo típico ou modelo geral.

No caso de Newton, esse momento de ruptura com o passado tem, assim como aconteceu com Einstein, uma data bem definida: o ano de 1666, também conhecido como um *annus mirabilis*. Nesse ano, Newton apresentou diversos trabalhos relacionados com o cálculo variacional, cinemática, ótica e gravitação[12]. Mas será que a contribuição de Newton foi tão significativa assim? Vejamos o que diz um livro texto de Física Básica[13] bastante utilizado nas Universidades Brasileiras:

> Físico e matemático inglês, foi um dos cientistas[14] mais brilhantes da história. Antes dos 30 anos, formulou os conceitos e leis básicos da mecânica, descobriu a lei da gravitação universal e inventou os métodos matemáticos do cálculo. Como consequência de suas teorias, Newton foi capaz de explicar os movimentos dos planetas, a subida e descida das marés, e muitas características especiais dos movimentos da Lua e da Terra. Ele também interpretou muitas observações fundamentais relativas à natureza da luz. Suas contribuições para as teorias físicas dominaram o pensamento científico por dois séculos e permanecem importantes hoje em dia.

Timothy Ferris[15] vai além

12 Não é objetivo deste texto analisar em profundidade os trabalhos de Newton. Para os interessados nessas temáticas indicamos a seguinte referência: WESTFALL, R. S. *Force in Newton´s Physics*. MacDonald: London, 1971

13 SERWAY, Raymond A.; JEWETT JR., John W. *Princípios de Física*, Volume 1, Mecânica clássica e relatividade. Cengage Learning, 2014.

14 O livro chama Newton de cientista, mas ele era de fato um filósofo natural, já que o termo cientista só faz sentido a partir do século XIX.

15 FERRIS, Timothy. *O despertar na Via Láctea*. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

> Com o passar dos anos, Newton desenvolveu o cálculo, fez progredir a arte da geometria analítica, realizou trabalho pioneiro em óptica, e fez numerosas experiências em alquimia (sendo possível que se tenha envenenado com isso: alguns dos sintomas de esgotamento mental que sofreu em 1693 são coerentes com os da toxemia aguda pelo mercúrio). Tudo isso foi feito em silêncio.

A quebra de paradigma causada pelos estudos de Newton talvez seja melhor percebida nessa passagem de *O cosmo de Einstein*:

> Esquece-se com facilidade que, antes de Newton, o movimento dos objetos na Terra e nos céus era praticamente inexplicável, muitos acreditando que nossos destinos eram determinados pelos desígnios malévolos de espíritos e demônios. Bruxaria, feitiçaria e superstição eram acaloradamente debatidos mesmo nos centros de aprendizado mais eruditos da Europa. A ciência, como a conhecemos, não existia.

Primeiramente é preciso esclarecer uma falha nessa passagem do livro. Não se pode dizer que não existia uma explicação para o movimento dos objetos na Terra e nos céus. Existiam diversas explicações, elas apenas tinham outras perspectivas. Veja, por exemplo, a descrição de várias interpretações sobre o universo compiladas por Roberto de Andrade Martins[16]. Feita a observação, voltemos ao ponto central de nossa discussão, a construção de mitos em torno de famosos cientistas e filósofos naturais. Segundo o dicionário Aurélio, mito é "1. Personagem, fato ou particularidade que, não tendo sido real, simboliza não obstante uma generalidade que devemos admitir. 2. Coisa ou pessoa que não existe, mas que se supõe real".

Como Einstein e Newton existiram, o termo mito refere-se ao fato de simbolizarem um ser superior, com a capacidade de mudar o mundo devido a sua genialidade, alguém a quem devemos reverenciar, alguém cujas opiniões devem ser aceitas sem contestações. Essa tem sido a prática. Críticas como as de César Lattes são raras e não tem qualquer repercussão nos meios de divulgação.

16 MARTINS, Roberto de Andrade. *O universo*: teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Moderna, 1994.

Cabe ressaltar que nem todos os mitos do passado mereceram o mesmo tratamento de Einstein e Newton. Galileu Galilei (1564-1642), por exemplo, confrontou o modo de se pensar que dominava em sua época, que era o de não realizar experimentos seguindo protocolos bem estabelecidos, e sim o de confiar na palavra das autoridades. De fato, não podemos dizer que antes de Galileu não existiam experimentos, eles apenas seguiam uma outra lógica, eram de caráter observacional, contemplativos. Se uma autoridade reconhecida já tinha pensado sobre algo e manifestado o resultado de seus pensamentos, o assunto estava praticamente encerrado. Tal modo de se ver o mundo era bastante útil para aqueles que tinham o poder, como os sacerdotes religiosos, pois impedia questionamentos: se, por exemplo, a Bíblia dizia que Josué parou o Sol (Josué 10:12-13), isso significava, sem sombra de dúvida, que o Sol se movia ao redor da Terra, e não cabia nenhuma discussão sobre isso. A defesa que Galileu fazia do modelo heliocêntrico e das ideias de Copérnico[17] (1473–1543) foi objeto de um procedimento da Inquisição Romana[18], que o considerou culpado de crime religioso, tecnicamente denominado "suspeita veemente de heresia".

O procedimento pelo qual passou Galileu deveria gerar em nós alguns estranhamentos: será que o fato de alguém ser reconhecido como autoridade nos obriga a acreditar em tudo o que ele ou ela diz? Será que o fato de observarmos ou mesmo não observarmos algo é suficiente para determinar sua existência/inexistência? Você já parou para pensar no fato de que você é visto como essa autoridade no seu dia a dia?

Relato de caso

Confrontados com o cenário descrito, professores de Escolas da Rede Pública das Prefeituras de Santo André e São Paulo, atuando na pré-escola, ensino fundamental I, ensino fundamental II e educação de jovens e adultos,

17 Galileu defendeu suas ideias em um livro de 1632 intitulado *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico e copernicano*. Disponível em: <https://it.wikisource.org/wiki/Dialogo_sopra_i_due_massimi_sistemi_del_mondo_tolemaico_e_copernicano_(Favaro)/Avvertimento> Acesso em: 8 nov. 2017.

18 O julgamento e a condenação de Galileu pela Inquisição Romana são tema de algumas controvérsias. Veja, por exemplo, a crítica feita pelo Professor Maurice A. Finocchiaro ao livro de Thomas F. Mayer, *The Roman Inquisition: Trying Galileo,* Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 2015. Disponível em: <http://www.history.ac.uk/reviews/review/1836>. Acesso em: 8 nov. 2017.

EJA, relataram diversos episódios que demonstraram que os professores são vistos como alguém cuja opinião é muito respeitada, principalmente no que se refere ao conhecimento formal. Essa constatação gerou um debate: nossas atitudes perpetuam o papel da Inquisição Romana ou estamos abertos aos questionamentos feitos pelos alunos? Estimulamos nele o papel de receptores passivos ou de pensadores capazes de refletir e analisar diversos ângulos de um dado conceito e construir o conhecimento?

O relato de uma professora do fundamental I, trabalhando com alfabetização, ilustra como esses espantamentos podem se refletir na prática escolar: a professora apresentou aos alunos um jogo da memória, que consistia em animais e um conjunto de letras. A ideia era associar cada animal à primeira letra de seu nome. Por uma razão ou outra, a professora deteve-se mais tempo na explicação para um grupo e quando chegou ao outro percebeu que as crianças tinham criado suas próprias regras para o jogo: cada animal deveria ser associado a qualquer letra de seu nome. A professora confidenciou ao grupo que sua primeira reação seria dizer a eles que aquela proposta estava errada, que eles deveriam jogar da maneira certa, ou seja, utilizar as regras por propostas pela professora. Mas ao invés disso lembrou-se de nossas discussões e decidiu não assumir o papel da Inquisição Romana. Analisou as regras propostas pelos alunos e percebeu que a propostas contemplava os objetivos por ela planejados, ou seja, associar o animal à letra. De fato, a proposta dos alunos era até mais complexa, pois obrigava que todos soubessem soletrar o nome inteiro do animal e não apenas identificar a primeira letra.

Nas discussões em nosso encontro presencial, a professora percebeu que existia ali uma ótima oportunidade: ela poderia pedir ao grupo que explicasse suas regras para os demais colegas, trabalhando a oralidade, a capacidade de síntese e argumentação. Assim, o que fora inicialmente encarado como um desafio à autoridade do professor, mostrou-se uma grande oportunidade para desenvolver diversas habilidades ao mesmo tempo em que cumpria o papel originalmente desenhado para a atividade.

Parece-nos claro que os mitos e as quebras de paradigma não permeiam apenas a construção do pensamento científico, mas sim a construção do conhecimento em todos os níveis. Sem a derrubada dos mitos e dos paradigmas, inclusive os escolares, não ocorre a construção do conhecimento e não há aprendizagem significativa.

Referências

FERRIS, Timothy. *O despertar na Via Láctea*. São Paulo: Campus, 1990

GALILEU *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico e copernicano*, 1632. Disponível em: <https://it.wikisource.org/wiki/Dialogo_sopra_i_due_massimi_sistemi_del_mondo_tolemaico_e_copernicano_(Favaro)/Avvertimento>. Acesso em: 8 nov. 2017.

KAKU, Michio. *O Cosmo de Einstein*. São Paulo: Companhia das Letras, 2005;

MARTINS, Roberto de Andrade. *O universo*: teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Moderna, 1994.

MARTINS, Roberto de Andrade. *O surgimento da teoria da relatividade restrita*. Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/server/pdf/RAM-Relatividade-livro.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2018.

SERWAY, Raymond A.; JEWETT JR., John W. *Princípios de Física*, Volume 1, *Mecânica Clássica e Relatividade*, Cengage Learning, 2014.

WESTFALL, R. S. *Force in Newton´s Physics*. London: MacDonald, 1971.

WHITTAKER, E. T., *A History of the Theories of aether and electricity – From the age of Descartes to the close of the Nineteenth Century, Longmans, London, 1910.* Disponível em: <https://ia902606.us.archive.org/16/items/historyoftheorie00whitrich/historyoftheorie00whitrich.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2018.

TEORIA DOS CONJUNTOS: UMA EXPERIÊNCIA FORMATIVA

Luiz Carlos da Silva Rozante[1]

Introdução

Quando da formulação de uma proposta para a disciplina *Teoria dos Conjuntos* no âmbito do Curso *Nascimento e Desenvolvimento da Ciência e seus desdobramentos para a contemporaneidade* – ministrado por docentes da UFABC inicialmente, para a formação continuada de professores da Prefeitura Municipal de Santo André, e posteriormente, para os docentes da Prefeitura Municipal de São Paulo – imaginou-se, de início, uma disciplina em moldes tradicionais, algo que, naquele momento, ingenuamente, pareceu relativamente fácil de conceber se apoiado e ancorado na longa tradição de ensino e no vasto material já produzido para essa área da Matemática. No entanto, na medida em que as reuniões com a coordenação, docentes e representantes da prefeitura foram acontecendo, o caráter inovador da proposta que estava em gestação foi revelando-se, juntamente com as várias questões e desafios que se apresentaram à concepção de uma abordagem da disciplina *Teoria dos Conjuntos* que se adequasse à essa ideia inovadora.

Este capítulo tem como objetivo descrever essa experiência, relatando as escolhas que foram feitas, os desafios que se apresentaram, os caminhos pelos quais seguiu-se na tentativa de superá-los e alguns dos resultados obtidos.

1 Professor Associado do Centro de Matemática,Computação e Cognição, Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André, Brasil, luiz.rozante@ufabc.edu.br

Desafios e abordagem

Conceber e desenvolver a disciplina *Teoria dos Conjuntos* implicou vários desafios; destaca-se aqui dois deles. O primeiro, de natureza mais técnica, diz respeito ao modelo de oferta que foi adotado, a modalidade a distância, com alguns encontros presenciais. Em uma disciplina que aborda o tema teoria dos conjuntos espera-se normalmente a abordagem de conteúdos "áridos", o que – mesmo numa oferta presencial – apresenta diversas dificuldades devido à sua natureza formal e abstrata. A identificação, escolha e confecção de material instrucional que contemplasse esses conteúdos – e que servisse apropriadamente à modalidade a distância – exigiu um grande esforço de busca e adaptação aos pressupostos, recursos e limitações dessa modalidade.

O segundo desafio, de natureza mais político-pedagógica, guarda relação com as seguintes questões: a) os problemas e deficiências em formação matemática historicamente colocadas para o perfil de formação do público alvo, os alunos-professores; b) de novo a natureza "árida" da área que aborda os conceitos da teoria do conjuntos, em particular na sua vertente mais *logicizada* e menos popular que é a chamada Teoria Axiomática, cujo estudo e compreensão normalmente exigem alguma experiência e maturidade matemática; c) uma certa resistência – seria um preconceito? – que setores da academia nutrem em relação a esse perfil de formação [visão que pode ser resumida em expressões como "será que os alunos-professores conseguem acompanhar a disciplina Teoria dos Conjuntos?"] e d) o caráter inovador da proposta geral do curso, que, no que diz respeito ao seu ideal de formação, preconiza um papel central para a História da Filosofia e a História das Ciências.

A pergunta que suscitou muitas dúvidas e cuja aflição se agudizava mais a cada nova reunião com a coordenação, professores e representantes da prefeitura, e que afinal resume a essência do desafio político-pedagógico que se apresentava é: como contemplar, em uma disciplina de Teoria dos Conjuntos, todas essas questões? Como responder, aos menos parcialmente, a todas elas sem incorrer em superficialismos e outras armadilhas conceituais? Estranhamente, aquilo que se apresentava como um elemento complicador – o caráter inovador da proposta geral do curso e seus fundamentos teóricos – acabou por revelar-se como o guia que norteou as escolhas que foram feitas.

Usualmente, uma disciplina na área de teoria dos conjuntos direcionada a programas de formação continuada de professores da rede pública de ensino focaria no estudo da linguagem, notação e propriedades de sistemas formais da lógica matemática, em especial Lógica de Primeira Ordem. No entanto, essa disciplina de *Teoria dos Conjuntos* não foi orientada por essa concepção usual. Aqui tentou-se formular e desenvolver uma proposta de disciplina que se integrasse à base conceitual e metodológica do programa de Formação, expressa na disciplina denominada Bases Epistemológicas da Ciência Moderna (BECM), que serviu como uma espécie de "fio condutor" desse processo.

E foi assim, seguindo a linha traçada por BECM, que buscou-se organizar uma disciplina que não fosse meramente instrumental, que não estivesse restrita à resolução de problemas específicos do cotidiano escolar, que fornecesse aos alunos uma experiência de formação fortemente interdisciplinar e, por fim, que não reproduzisse as rejeições à matemática tão comuns no mundo escolar brasileiro. Nesse intuito, optou-se por priorizar a apresentação e discussão de elementos de natureza mais epistemológica: primeiro, elementos que permitissem aos alunos reflexões acerca da importância dos temas abordados na disciplina *Teoria dos Conjuntos* para o nascimento e o desenvolvimento da ciência moderna, em especial alguns deles que dizem respeito à existência da noção de "verdade absoluta"; segundo, elementos que permitissem aos alunos estabelecer conexões com outros campos do saber e refletir acerca da natureza mesma do conhecimento.

Então, a partir dessa visão e dessas escolhas, buscou-se introduzir e discutir alguns fundamentos na perspectiva apontada por BECM. Para isso, fez-se um "passeio" pela história e evolução da lógica matemática e da própria teoria dos conjuntos. Tentou-se mostrar o contexto e a evolução das ideias, que permitiram o desenvolvimento do gigantesco esforço intelectual representado pela tentativa de construir uma Teoria dos Conjuntos como formalismo "unificador" de toda a Matemática. Nesse caminho, buscou-se um contato íntimo com os sofisticados conceitos de *conjunto* e de *infinito* e as desconcertantes e paradoxais questões que deles derivam. Depois, visitou-se as regras lógicas e o formalismo que permitem construir conjuntos sem os riscos e armadilhas presentes na chamada *noção ingênua* de conjunto. Por fim, tentou-se abrir uma janela a partir da qual se pudesse, talvez, vislumbrar – lá no horizonte – o inquietante fato de que mesmo na Matemática, a mais fria e idealizada forma

de conhecimento, mesmo nela, os conceitos de verdade e validade são como suspiros, pois ela – a Matemática – como já foi demonstrado, não é completa e tampouco consistente (em um sentido absoluto).

Organização, recursos e ferramentas

A disciplina foi desenvolvida na modalidade a distância, com alguns encontros presenciais e foi ofertada por meio da plataforma TIDIA-Ae [TIDIA, 2017]. O fato de não ser totalmente presencial trouxe desafios adicionais próprios dessa modalidade, de modo que foi necessário ajustar a estrutura da disciplina às restrições impostas pelas limitações da plataforma. Assim, no que diz respeito à organização, a disciplina foi estruturada numa sequência de **atividades** (na terminologia da plataforma TIDIA-Ae), sendo que em cada atividade foram abordados um ou dois temas. Aqui segue a distribuição dos tópicos/temas previstos entre as atividades:

- Atividade 01: aqui fez-se uma apresentação da disciplina e um "diagnóstico" da experiência/contato anterior da turma com alguns dos temas da Teoria dos Conjuntos.
- Atividade 02: teve como objetivo discutir o panorama da História e evolução da Lógica Matemática, cujo desenvolvimento foi essencial para a Teoria dos Conjuntos; fez-se uma rápida discussão desde as origens gregas (lógica clássica) às formulações contemporâneas (lógica de 1ª ordem), visitando e discutindo conceitos como diferença entre "verdade" e "validade", tipos de argumentos, princípios da lógica formal, tipos de lógicas etc.
- Atividade 03: teve como objetivo apresentar um pouco da história e evolução da Teoria dos Conjuntos: foram abordados os conceitos de *conjunto* e *infinito* e foram discutidos os momentos que marcaram os seus desenvolvimentos, bem como as relações entre infinito e seus paradoxos, em particular o chamado paradoxo de Russell [Russel 1903], quando pôde-se examinar os riscos e inconsistências presentes na linguagem pouco rígida usada na chamada *Teoria Ingênua* dos Conjuntos.
- Atividade 04: essa atividade teve os seguintes objetivos: i) apresentar a terminologia e simbologia da lógica matemática bivalente, além de apresentar as regras básicas para trabalhar com premissas relacionadas por conectivos lógicos (tabelas verdade) e ii) apresentar a Axiomática de

Zermelo-Fraenkel (ZF), com a qual se constrói a linguagem da Teoria dos Conjuntos. Aqui trabalhou-se com a construção de conjuntos sob o ponto de vista axiomático, isto é, deduzindo resultados a partir de um conjunto de premissas. Na educação básica, normalmente, aprende-se que o conjunto vazio é aquele que não tem elementos, então discutimos como fazer operações com conjuntos (intersecção, união etc.). Esse momento foi aproveitado para colocar questões como: o que é um conjunto? Será possível dar uma definição para esse tão importante objeto da Matemática? O que é o conjunto vazio? Como conseguimos garantir sua existência? A união de dois conjuntos é um conjunto? A intersecção de dois conjuntos é um conjunto? Também se trabalhou com o conceito de subconjuntos e suas propriedades, lançando questões como "será que todos os subconjuntos de um conjunto formam mesmo um conjunto?". Aqui foi apresentado algum formalismo e regras da lógica matemática e foi feita uma introdução (de um ponto de vista mais formal) à Axiomática de Z. F.

- Atividade 05: essa atividade teve como objetivo trabalhar com o papel da representação na teoria dos conjuntos e demonstrar alguns fatos (propriedades) sobre conjuntos; aqui foram explorados os populares Diagramas de Venn [VENN, 1880], no entanto, enfatizou-se que os Diagramas de Venn servem apenas para ilustrar propriedades de conjuntos, não consistindo de demonstrações dessas propriedades.

- Atividade 06: aqui o objetivo foi fazer uma reflexão sobre as limitações da Lógica e da Matemática e, por conseguinte, da Teoria dos Conjuntos, bem como sobre o impacto dessas limitações sobre as ciências; para isso foram apresentadas e discutidas as questões centrais do Programa de Hilbert [HILBERT, 1900; HILBERT, 1925]: A matemática é completa? Isto é, toda proposição pode ser provada verdadeira ou falsa? A matemática é consistente? Isto é, uma sequência válida de passos de prova nunca leva a uma contradição? A matemática é decidível? Isto é, existe um método definido que possa ser aplicado, em princípio, a qualquer proposição e que seja capaz de decidir se está é verdadeira? Para fechar o ciclo, visitou-se os Teoremas de Gödel, Churck e Turing [NAGEL; NEWMAN, 1973; CHURCH, 1936; TURING, 1936], que demonstram que as respostas para essas questões são todas negativas. Enfim, tentamos mostrar que o paraíso – do ponto de vista da possibilidade de um sistema lógico absolutamente consistente – não existe.

Para cada atividade foi proposto um conjunto de tarefas (leituras, vídeos, discussões via fóruns, resolução de questões etc.), que deveriam ser realizadas/entregues dentro de um prazo estabelecido.

O sistema de avaliação baseou-se no desenvolvimento das atividades e na avaliação presencial, que foram realizadas no último encontro presencial. Cada aluno foi avaliado em cada uma das atividades, bem como na avaliação presencial, segundo os conceitos "A", "B", "C", "D" ou "F", cuja significação é como segue:

- "A": desempenho excelente, demonstrando excelente compreensão da atividade e do uso dos conteúdos da disciplina;
- "B": bom desempenho, demonstrando capacidade boa de interpretação e uso dos conceitos;
- "C": desempenho mínimo satisfatório, demonstrando capacidade de uso adequado dos conceitos e habilidade para enfrentar problemas relativamente simples;
- "D": aproveitamento mínimo satisfatório dos conceitos, com familiaridade parcial do assunto e alguma capacidade para resolver problemas simples;
- "F": aproveitamento insuficiente.

A atribuição de conceitos para as atividades levou em consideração a dedicação do aluno, sua criatividade e sua originalidade. Em todos os instrumentos de avaliação propostos foram apreciados a participação, o cumprimento de prazos e a qualidade do material produzido (exercícios, textos, relatórios etc.).

A avaliação presencial foi realizada durante o último encontro presencial, e versou sobre os conteúdos desenvolvidos ao longo das atividades propostas.

Ao final da disciplina foi atribuído a cada aluno um Conceito Final, que foi obtido pela ponderação dos conceitos parciais (relativos às atividades e à avaliação presencial) obtidos pelo aluno.

A definição da "carga" conceitual de cada atividade foi baseada no material preparado pelo Prof. Márcio Fabiano, e nas notas de aula do Prof. Rogério Fajardo[2], a saber (essas foram nossas referências principais, a partir das quais foram identificados e ordenados os tópicos abordados nas atividades):

2 Nossos agradecimentos aos Profs. Fajardo (IME-USP) e Márcio (CMCC-UFABC) que, de forma muito generosa e gentil, permitiram a divulgação e uso desse material.

- *Introdução à Teoria dos Conjuntos*. Márcio Fabiano da Silva (SILVA, 2011).
- *Lógica Matemática*. Rogério Augusto dos Santos Fajardo (FAJARDO, 2016).
- *Teoria dos Conjuntos*. Rogério Augusto dos Santos Fajardo (FAJARDO, 2012).
- *Elementos da Teoria dos Conjuntos*. Rogério Augusto dos Santos Fajardo. (FAJARDO, 2013).

Aplicações, dados e resultados quantitativos

A disciplina foi ministrada para quatro turmas, sendo duas vinculadas à PMSA e duas vinculadas à PMSP. As datas e os prazos específicos de cada turma podem ser vistos nas Tabelas 1 (PMSA) e 2 (PMSP). As Turmas 01 e 02 vinculadas à PMSA contaram, inicialmente, com 169 e 197 alunos, respectivamente. As turmas vinculadas à PMSP, por sua vez, contaram, inicialmente, com 116 (Turma 01) e 114 (Turma 02) alunos.

Dos 169 alunos iniciais da Turma 01 da PMSA, 91 concluíram a disciplina. Na Turma 02, também da PMSA, dos 197 alunos iniciais, 125 concluíram a disciplina. Em relação à Turma 01 da PMSP, dos 116 alunos iniciais, 50 concluíram a disciplina. Por fim, ainda relativo à PMSP, dos 114 alunos iniciais da Turma 02, 85 concluíram a disciplina.

Um dado que chama a atenção diz respeito ao número de desistentes. A média do percentual de desistentes nas quatro turmas foi de 40% (o percentual de desistência de cada turma pode ser visto na Tabela 3. Esse é obviamente um número bastante alto e a explicação para ele pode estar relacionada às seguintes questões: i) as dificuldades próprias da modalidade de oferta semipresencial; há uma literatura bastante ampla e consolidada que mostra que um dos grandes desafios do ensino a distância é justamente a taxa de evasão; ii) embora, como afirmado anteriormente, tenhamos focado nos aspectos epistemológicos da Teoria dos Conjuntos e de seu relacionamento com o nascimento e desenvolvimento da ciência moderna, houve vários momentos em que os alunos visitaram sim a parte mais "árida" da Teoria, como formalismos da linguagem lógica, propriedades de sistemas formais etc. e, talvez, parte dos alunos tenham afinal se desmotivado quando em contato com esses temas; iii) por fim, com

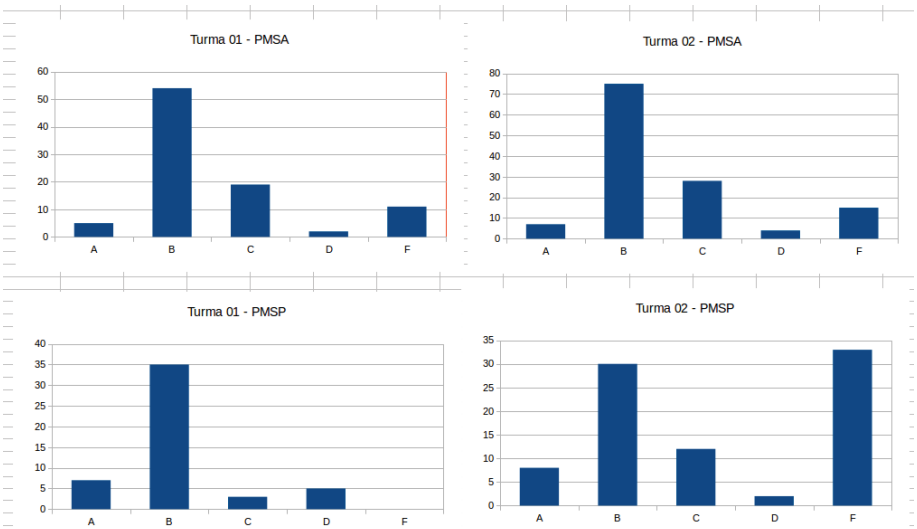
um menor impacto na evasão, dificuldades geradas por problemas de comunicação e/ou natureza administrativa; o fato de o curso ter sido promovido por duas instituições exigiu uma boa "sintonia e sincronia interinstitucional" que pudesse promover ajustes de procedimentos, datas, comunicação etc. o que pode ter gerado dúvidas entre alguns alunos.

Tabela 3 – Percentuais de desistência de cada turma

Turma	Percentual de desistência
Turma 01 – AS	46
Turma 02 – AS	36
Turma 01 – SP	56
Turma 02 – SP	25

Com relação ao desempenho obtido pelos alunos não desistentes, embora a distribuição dos conceitos não tenha sido Gaussiana em todas as turmas, visto que a Turma 02 da PMSP teve relativamente muitas reprovações, ela foi quase-Gaussiana nas demais turmas, com o centro de massa das frequências em torno do conceito "B", o que sugere um bom resultado em termos de desempenho. A distribuição dos conceitos das quatro turmas pode ser vista na Figura 1.

Figura 1 – Distribuição de conceitos



Discussão e considerações finais

Agora que finalizada a disciplina, parece-nos que uma das mais bem-sucedidas conexões da disciplina Teoria dos Conjuntos com proposta geral do programa de Formação – expressa na disciplina Bases Epistemológicas da Ciência Moderna – ocorreu no ponto em que se tentou mostrar (através do Teorema da Incompletude de Gödel [GÖDEL, 1931]) que, mesmo na Matemática, a mais idealizada forma de conhecimento, mesmo nela, não há consistência absoluta. Foi nesse ponto que se tentou fornecer uma ferramenta teórica que ajudasse o aluno-professor a desmontar o mito da verdade absoluta, que ajudasse o aluno-professor a refletir sobre o fato de que a Ciência, que um dia sonhou em ter os rigores do método formal dedutivo como suporte de suas certezas, depois de Gödel, de repente viu-se nua de verdades e neutralidade, sem, no entanto, cair em misticismos, pois, como afirmou Ernest Nagel:

> O teorema da incompletude de Gödel não deve ser interpretado como um convite ao desespero ou como uma desculpa para o tráfico de mistérios. A descoberta da existência de verdades matemáticas formalmente indemonstráveis não significa que existam verdades destinadas a permanecer para sempre desconhecidas, ou que uma intuição "mística" deva substituir provas adequadas (NAGEL, 1973).

Os dados mostrados na seção anterior sugerem um bom resultado em termos de desempenho; entretanto, para além do detectável a partir desses dados quantitativos, há observações – colhidas a partir das avaliações que os alunos-professores fizeram na e da disciplina – sugerindo que houve uma apropriação muito interessante por parte deles, em relação a qual vale destacar os seguintes aspectos:

- A maioria das avaliações mostrou um grande esforço do aluno-professor em compreender o desenvolvimento da Teoria dos Conjuntos no contexto do nascimento e desenvolvimento da ciência moderna; certamente os alunos-professores não saíram dessa disciplina como especialistas na maquinaria lógico-simbólica da Teoria Axiomática, mas parece que a maior parte deles conseguiu fazer conexões entre importantes aspectos da Teoria dos Conjuntos com outros campos do saber com os quais eles interagem,

de modo que parece que puderam realizar alguma reflexão acerca da natureza mesma do conhecimento.

- Houve momentos em que se pôde testemunhar um intenso compromisso por parte do aluno-professor com a reflexão genuína. Casos de alunos-professores tomados de certa indignação por não compreenderem fatos que lhe eram apresentados, seriamente tensionando – no bom sentido –, para que lhes fosse provida alguma explicação que lhes sossegassem o espírito. Embora alguns desses fatos (em geral relacionados aos paradoxos que derivam do conceito de infinito) sejam reconhecidamente desconcertantes para quem tem com eles o primeiro contato, não deixa de ser instigante essa postura dos alunos-professores. Vamos a alguns exemplos para melhor esclarecer: uma aluna-professora verdadeiramente indignada, quase chateada, porque havíamos afirmado que dentro do intervalo Real *[0;1]* havia mais números do que no conjunto dos Naturais; outro, quando lhe foi mostrado que o conjunto dos números pares é do mesmo tamanho do conjunto Naturais, embora existam muitos números naturais que não sejam pares, acusou-nos de tê-los induzido a uma conclusão contraditória; tanto num caso, como no outro, a "paz" foi obtida somente após muita luta.

Por fim, vale registrar que essa experiência – confirmando entendimentos já bem estabelecidos acerca dessas questões – deixou a impressão geral de que embora aqueles que lutam pela educação pública brasileira estejam cercados de desafios colossais porque os problemas e carências históricas não se resolvem por voluntarismo e tampouco via políticas pontuais, o professor, no caso o aluno-professor, não é o entrave para um ideal de formação interdisciplinar. Fica a confirmação de que, ao menos no específico contexto dessa experiência de cooperação envolvendo a UFABC, a PMSA e a PMSP, quando se busca um ideal de formação interdisciplinar, o professor da rede pública está muito mais para parte das soluções do que dos problemas.

Referências

CHURCH, A. An unsolvable problem of elementary number theory. *American Journal of Mathematics*, 1936, v. 58, p. 345-363.

FAJARDO, R. A. S. *Teoria dos Conjuntos*. Notas de aula para disciplina de Teoria dos Conjuntos (IME-USP), 2012.

FAJARDO, R. A. S. *Elementos da Teoria dos Conjuntos*. Notas de aula para disciplina de Teoria dos Conjuntos (IME-USP), 2013.

FAJARDO, R. A. S. *Lógica Matemática*. Notas de aula para disciplina de Teoria dos Conjuntos (IME-USP), 2016.

GÖDEL, K. *Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme*. Monatshefte für Mathematik und Physik, v. 38, p. 173-98.

HILBERT, D. *Mathematical Problems*. Tradução inglesa de uma palestra proferida no Congresso Internacional de Matemáticos de Paris, 1900.

HILBERT, D. (1925). *On the Infinite.* In: HEIJENOORT, Van (1967), p. 367-92.

NAGEL, E.; NEWMAN, J. R. *A Prova de Gödel*. São Paulo: Perspectiva, 1973.

SILVA, M. F. *Introdução à Teoria dos Conjuntos*. Material originalmente produzido para o Curso de Especialização em C&T da UFABC, 2011.

RUSSEL, B. *The Principles of Mathematics*. Cambridge University Press, 1903.

TIDIA. *Projeto tidia-ae*: aprendizado eletrônico. 2017. Disponível em: <http://tidia4.ufabc.edu.br>. Acesso em: dez. 2017.

TURING, A. On computable numbers, with an application to the entscheidungsproblem. *Proceedings of the London Mathematical Society*, 1936, v. 42, p. 230–265.

VENN, J. *On the Diagrammatic and Mechanical Representation of Propositions and Reasonings*. *The London*, *Edinburgh*, and *Dublin Philosophical Magazine* and *Journal of Science*. 9 (1-18), 1880.

METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA

Paula Homem de Mello[1]

A disciplina de Metodologia Científica costuma ser um curso bastante instrumental, no qual são ministrados conteúdos relacionados à elaboração de textos científicos, como monografias, dissertações e teses, bem como sobre técnicas de coletas de dados. Nesse programa de formação para os alunos-professores da Prefeitura Municipal de São Paulo, esses tópicos foram abordados, mas procuramos estender a discussão, de forma a incentivar uma postura crítica e investigativa para além de preparar os alunos–professores habilitando-os para elaborarem textos de conclusão de cursos[2].

A disciplina foi iniciada com uma aula presencial, em que foi apresentado um *overview* sobre os tópicos que seriam abordados, e o principal objetivo foi desmistificar a "profissão cientista". Discutimos os principais estereótipos, como o cientista "maluco" de cabelo bagunçado e língua de fora, que leva as pessoas a imaginarem que só faz ciência quem tem um QI elevadíssimo, indivíduos que apresentam problemas de relacionamento interpessoal e geralmente são do gênero masculino. Os cientistas geralmente são associados àqueles pesquisadores da área de ciências naturais e formais, que correspondem aos estereótipos mais veiculados: aqueles que explodem laboratórios, que observam estrelas ou propõem teorias incompreensíveis. Nessa aula, procuramos mostrar o papel do cientista das áreas sociais e humanas e a complementaridade necessária entre as diferentes áreas na produção de conhecimento interdisciplinar e contextualizado com a sociedade. Apresentamos os caminhos de formação de um cientista e os possíveis locais de trabalho, no Brasil e no mundo,

1 Professora Associada do Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André, Brasil, paula.mello@ufabc.edu.br

2 Esta disciplina foi baseada na proposta da Profa. Ana Keila Mosca Pinezi para o curso de Especialização em Ciência e Tecnologia, a quem agradecemos o material disponibilizado e todas as profícuas discussões.

buscando dar subsídios para os alunos-professores agirem como multiplicadores do conhecimento, ao desmascarar esses estereótipos junto à comunidade que estão inseridos, mostrando como uma profissão viável e necessária para o desenvolvimento social e econômico de maneira sustentável.

É interessante notar que, embora para boa parte dos alunos-professores esses temas eram realmente novos e trouxeram muitos questionamentos, alguns já haviam se deparado com essas discussões, especialmente aqueles que haviam feito ou conheciam alguém que havia feito um curso *stricto sensu*. A discussão se mostrou bastante rica, pois diferentes pontos de vista foram colocados. Alguns atribuíram a manutenção do estereótipo do cientista às mídias, mas também foi mencionado que as universidades muitas vezes não são muito abertas, que as comunidades mais carentes não têm acesso ao que é de fato a carreira científica.

Foram discutidos, também, alguns aspectos sobre a natureza da pesquisa, buscando estabelecer um elo com a disciplina "Bases Epistemológicas da Ciência Moderna", como as diferentes concepções de conhecimento mudaram ao longo da história como, por exemplo, os movimentos empiristas e experimentalistas, bem como a conduta do pesquisador, temas estes que foram aprofundados nas aulas a distância que se seguiram. Na primeira atividade, os cursistas leram o texto "Algumas razões para ser cientista" (GALVÃO; SHELLARD, 2005), um documento do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas com o depoimento de 25 pesquisadores de renome internacional sobre suas histórias e o que os levaram a ser cientistas.

Já na segunda atividade, os alunos-professores leram os capítulos I e II, do livro *Filosofia da Ciência: introdução ao jogo e a suas regras*, de Rubem Alves (1981). Esses dois capítulos versam sobre o senso comum e a ciência, baseando-se em exemplos muito ilustrativos, num linguajar bastante acessível, mas que coloca questões que procuram quebrar preconceitos e estereótipos relacionados à ciência. Após essas leituras, os alunos-professores deveriam participar de um fórum de discussão, cujas principais perguntas seriam: "Como diferenciar senso comum de ciência? Quais seriam as vantagens e desvantagens desses dois paradigmas em nosso cotidiano?". Buscamos estabelecer com essa abordagem as diferenças entre essas duas visões de mundo, bem como enfatizar que a ciência pode estar ao alcance de todos e que há um papel importante da cultura popular na produção do conhecimento científico.

Em seguida foi proposta uma atividade que versou sobre as aproximações e distanciamentos entre as Ciências Humanas e Sociais e as Ciências Naturais, a partir de um texto de autoria da Profa. Keila Pinezi (2013), bem como de um vídeo (O Método Científico Fácil de Entender) sobre o pensamento científico *versus* o pensamento filosófico. O objetivo foi apresentar as diferentes visões e percalços do "fazer ciência", já introduzindo questões de natureza metodológica e também ética, e indicando que a pesquisa científica pode utilizar metodologias bastante distintas dependendo da temática escolhida.

Nesse sentido, na atividade seguinte, foram aprofundadas as questões sobre as diferentes metodologias da pesquisa científica a partir de uma discussão sobre o texto "Quantitativo – Qualitativo: oposição ou complementaridade" dos autores: Maria Cecília Minayo e Odécio Sanches (1993). Os alunos-professores submeteram um texto em que deveriam discutir os seguintes pontos: "Qual método é mais científico: o qualitativo ou o quantitativo? Por quê?" e "Imagine uma situação de pesquisa e a descreva, apontando a importância do método (mostre qual é o método usado, o qualitativo ou quantitativo) apontando isso na investigação imaginada."

Foram transmitidas as orientações aos alunos-professores de que quando estamos delineando um projeto de pesquisa, além da pergunta, hipóteses e objetivos, temos que deixar clara qual a metodologia que será empregada. A escolha do método a ser empregado depende da pergunta, dos objetivos que se deseja alcançar com a pesquisa. Definir a metodologia é uma etapa difícil, que exige conhecimento da área, leitura de outros trabalhos semelhantes e pode, muitas vezes, fazer repensar a pergunta e os objetivos, bem como a viabilidade da pesquisa. Uma forma tradicional de se dividir os métodos científicos é em métodos quantitativos e qualitativos. Pelo o que os nomes dão a entender, os primeiros são baseados em quantidades, ou seja, em grandezas mensuráveis. Já os segundos são baseados em avaliações subjetivas. O cerne da questão é então saber quando utilizar cada uma dessas abordagens.

Sampieri e colaboradores (2013) trazem um quadro bastante interessante a respeito de cada tipo de metodologia. No caso da pesquisa quantitativa, ela pode ser classificada como exploratória, descritiva, correlacional e explicativa. Naturalmente, uma pesquisa quantitativa pode ser um misto entre dois ou mais tipos desses apresentados. Muitas vezes a pesquisa passa inicialmente por um processo descritivo para então ser explicativa, ou é inicialmente

exploratória, para então ser explicativa e correlacional, e assim por diante com várias combinações possíveis. No caso da pesquisa qualitativa, diferentes abordagens também podem ser utilizadas, como métodos etnográficos, narrativos, de pesquisa-ação etc.

Após a leitura do texto de Minayo e Sanches (1993), mostrou-se que fica bem claro que antigamente se tinha uma visão de que a pesquisa seria quantitativa ou qualitativa, mas desde o fim do século passado percebeu-se que, em muitos casos, é importante utilizar técnicas mistas de pesquisa. Essa nova abordagem propõe que a pesquisa envolva processos sistemáticos e críticos, de forma que a coleta e a análise de dados quantitativos e qualitativos sejam discutidas em conjunto, o que pode permitir um maior entendimento do que está sendo estudado. Nessa perspectiva, até mesmo a pergunta de pesquisa pode ganhar mais clareza.

Os alunos-professores apropriaram-se desses conceitos e, então, foi realizada uma nova aula presencial, na qual diversos aspectos da pesquisa e da redação científica foram discutidos, iniciando-se pela importância de se estabelecer adequadamente a pergunta de pesquisa. Colocar bem a pergunta científica é um passo fundamental para a escolha da metodologia a ser empregada durante a pesquisa.

O conhecimento científico pressupõe um sistema crítico de investigação e construção desse conhecimento. Assim, o cientista deve ser curioso e questionador, e também manter uma postura ética, ser organizado e meticuloso, além de utilizar as críticas de maneira construtiva em seu processo de construção do conhecimento. A crítica das ideias faz parte do processo de construção do conhecimento científico que é contínuo e está sempre sendo revisto e transformado.

Há diferentes formas de se apresentar as etapas apresentadas na pesquisa. Nessa disciplina procuramos mostrar que esse processo, muitas vezes, não é linear. Geralmente, após termos uma ideia (ou pensarmos num tema) e formularmos uma pergunta, vamos verificar o que já é conhecido (revisão da literatura) e muitas vezes percebemos que nossa resposta já está lá. Então recomeçamos o processo, talvez até no mesmo tema, mas reformulando a pergunta, de forma a complementar ou reorganizar o que já é encontrado na literatura. Uma vez (re)definida a pergunta e revista a literatura, passamos à elaboração das hipóteses e objetivos da pesquisa.

Mostrou-se aos alunos-professores que os objetivos da pesquisa guiam o estudo, apontam o que se quer obter com um determinado estudo. Como

mencionamos anteriormente, a pesquisa é um processo dinâmico. Logo, novos objetivos podem surgir durante a pesquisa e os objetivos anteriormente estabelecidos podem ser modificados. Os objetivos podem ter diferentes graus de complexidade, como ampliar o conhecimento sobre um determinado tema, aumentar a compreensão, visar uma aplicação, ou propor uma avaliação sobre um determinado problema.

Além de estabelecer os objetivos da pesquisa, ficou claro que é necessário apresentar uma justificativa, ou seja, os motivos que levaram à escolha do problema. Essa justificativa deve ser de cunho científico, social ou cultural e deve explicitar a relevância do estudo para a área de conhecimento, seus impactos sociais e a viabilidade da pesquisa.

Coube, então, apresentar aos alunos-professores a importância e as técnicas de uma busca bibliográfica adequada. Assim, ao se iniciar uma pesquisa científica, é fundamental que haja uma pesquisa do que já foi produzido até hoje, do atual *status* das teorias científicas envolvidas, ou seja, do "estado da arte". Discutiu-se a importância do referencial teórico, da discussão teórica que tem como base uma revisão bibliográfica que, além de estabelecer o estado da arte, serve para encontrar a motivação do trabalho, encontrar trabalhos semelhantes e também conceitos básicos. Logo, deve ser utilizada em diferentes momentos da pesquisa científica.

Foram também destacadas as diferentes formas dos textos científicos. O projeto de pesquisa é utilizado para apresentar um problema que existe interesse em ser estudado, já incluindo uma revisão da literatura e metodologia que será empregada; geralmente utilizada já no pedido de recursos para financiamento da pesquisa, no caso dessa pesquisa ser financiada por algum agente externo. Uma vez conseguido esse apoio financeiro, periodicamente apresenta-se ao órgão financiador um relatório, que contém os resultados obtidos no período. Além dos livros, os textos mais importantes para a busca bibliográfica de uma pesquisa científica são:

(i) trabalhos de conclusão, seja o TCC de uma graduação ou especialização ou trabalhos derivados de cursos *stricto sensu* (a dissertação para o mestrado e a tese para o doutorado). No caso dos trabalhos derivados dos cursos *stricto sensu*, o trabalho tem que ser resultado de uma pesquisa inédita, que conta com a colaboração de um orientador (e às vezes de um coorientador também). Nos dois casos, o pesquisador passa por uma defesa, em que

apresenta os resultados de sua pesquisa a uma banca com cientistas mais experientes, normalmente doutores, que farão um conjunto de perguntas para atestar a qualidade do trabalho e da formação do candidato a mestre ou doutor;

(ii) artigo científico: texto descritivo de trabalho científico, que possivelmente foi desenvolvido com colaboradores/orientador, publicado em uma revista científica somente após processo de avaliação por pares;

(iii) nas áreas mais tecnológicas, um recurso possível é a patente, utilizada quando se quer proteger uma invenção, seja de uma nova tecnologia (produto ou processo) ou para melhorias no uso ou fabricação de objetos de uso prático.

Foram apresentadas diferentes ferramentas de buscas bibliográficas bem como de organização da literatura encontrada, dando especial atenção à técnica do fichamento. Essa técnica consiste em fazer uma ficha apontando o que é relevante no texto lido. Mirian Goldenberg (2004) sugere responder às seguintes questões para realizar um bom fichamento: Qual o objetivo do autor? Com quais outros autores está discutindo? Quais as variáveis/categorias utilizadas? (como são definidas?) Quais as hipóteses de trabalho? Qual a metodologia utilizada em sua pesquisa? Qual a importância de seu estudo no campo em que está inserido? (o que o autor diz? o que eu acho?) O autor sugere novos estudos? Resumo do trabalho. Minha avaliação crítica do texto.

Com o exercício sobre busca bibliográfica, os alunos-professores, além de poderem realizar um bom levantamento da literatura, serão capazes também de refletir sobre o próprio processo de desenvolvimento da pesquisa científica. E para completar essa reflexão, foram discutidas questões éticas, como o plágio. Esse tema foi aprofundado nas atividades da próxima aula à distância: "Questões éticas na pesquisa científica". Foi indicada a leitura dos textos "A responsabilidade do pesquisador ou sobre o que dizemos acerca da ética em pesquisa" (PADILHA *et al.*, 2005) e releitura do texto "Caminhos, encontros, obstáculos e desafios nas práticas de pesquisa em Ciências Humanas e Sociais" (PINEZI, 2014). A seguir, os cursistas apresentaram uma reflexão crítica sobre questões éticas como alteridade, tratamento das informações coletadas em entrevistas e citações.

A formulação do problema de pesquisa e o aprofundamento dos temas foram então discutidos na aula presencial. Foi proposta a criação de uma

pergunta científica por parte dos alunos-professores, que deveriam fazê-la após a leitura de parte do livro de Goldenberg (2004, pp. 68-73). Na aula seguinte, "O que é um projeto de pesquisa científica", foi discutida a diferença entre projeto de pesquisa e projeto de ação e foram dadas "dicas" do passo a passo para se fazer a pesquisa. Na aula seguinte, "Sobre os passos da pesquisa", a proposta era levantar a reflexão sobre métodos de coletas de dados, especialmente em relação à utilização de questionários e entrevistas. Foi realizada a leitura dos textos: "Os passos da pesquisa" e "Entrevistas e Questionários", ambos capítulos do livro *A arte de pesquisar* (GOLDENBERG, 2004).

Passamos, então, por um processo de revisão e complementação do que já havia sido visto utilizando outros textos e vídeos. Na aula: "Revisando ideias sobre o conhecimento científico" – foi indicado o vídeo "Como iniciar uma pesquisa científica", de tal forma que os pressupostos dos cursistas pudessem ser autoavaliados. Na aula seguinte – "A importância da discussão teórica" – foi apresentado o texto "Como fazer referências bibliográficas, eletrônicas e de outros documentos" (ALVES; ARRUDA, 2007), uma aula de caráter bastante instrumental, mas que geralmente é uma dificuldade apresentada por muitos cursistas. Finalmente, após a leitura do texto "Análise dos dados e relatório final" (também do livro de Goldenberg, 2004), foi proposto aos alunos-professores estabelecer a diferença entre análise do material coletado na investigação científica e relatório final de pesquisa.

Após todas essas atividades, realizou-se um último encontro presencial para discussão e avaliação do desempenho de cada aluno-professor. Foi realizada também uma avaliação anônima sobre a disciplina.

Considerações finais

Essa experiência se mostrou bastante interessante. Os alunos-professores mostraram-se muito dedicados e interessados e houve uma ampla troca de saberes entre professora, tutores e alunos-professores, cujos diferentes *backgrounds* tornaram o ambiente (seja presencial ou virtual) bastante rico.

No geral, tendo em vista as discussões e o desempenho dos alunos-professores nas avaliações, os objetivos da disciplina foram alcançados, especialmente no que tange a instrumentação do aluno-professor para realizar uma pesquisa científica e a manter uma postura crítica e ética como profissional e cidadão.

Estabelecer uma pergunta científica não é trivial, mas se mostrou mais fácil com as ferramentas indicadas, como busca bibliográfica, fichamento, proposta e teste de hipóteses, avaliação de diferentes metodologias de levantamento de dados. Outro efeito esperado é que, com base nos materiais e meios oferecidos, os alunos-professores possam agir como multiplicadores, especialmente promovendo em seus estudantes e colegas de profissão uma postura crítica, curiosa e ética.

Referências

ALVES, M. B. M.; ARRUDA, S. M. *Como fazer referências bibliográficas, eletrônicas e de outros documentos*. Universidade Federal de Santa Catarina, 2007. Disponível em: <http://www.bu.ufsc.br/home982.PDF>. Acesso em: 31 jan. 2018.

ALVES, R. *Filosofia da Ciência*: introdução ao jogo e a suas regras. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1981.

GALVÃO, R. M.; SHELLARD, R. C. (Coord.). *Algumas razões para ser um cientista*, 2005. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ci000145.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2018.

GOLDENBERG, M. *A arte de pesquisar*. São Paulo/Rio de Janeiro: Record, 2004

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? *Cadernos de Saúde Pública*, v. 9, p. 237-248, 1993.

PADILHA, M. I. C. S.; RAMOS, F. R. S.; BORENSTEIN, M. S.; MARTINS, C. R. A responsabilidade do pesquisador ou sobre o que dizemos acerca da ética em pesquisa. *Texto Contexto Enfermagem*, v. 14, p. 96-105, 2005.

PINEZI, A. K. M. Caminhos, Encontros, Obstáculos e Desafios nas Práticas de Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais. *InterSciencePlace*, n. 28, v. 1, p. 203-215, 2014.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; MORAES, D. V. *Metodologia de pesquisa*. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

Vídeos do Youtube:

_____. *Como iniciar uma pesquisa científica*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IGAOOCMx81I>. Acesso em: 31 jan. 2018.

_____. *O método científico fácil de entender*. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=uZ_vdGFMbBA&feature=related>. Acesso em: 31 jan. 2018.

A TUTORIA NA UFABC: UMA EXPERIÊNCIA ENRIQUECEDORA

Vani Xavier de Oliveira Junior[1]
Sandra Maria Pastro[2]
Sara Cristina Pastro Stevani[3]

O capítulo em questão objetiva trazer à tona a concepção, desempenho e atuação do tutor no curso "Nascimento e desenvolvimento da Ciência e seus desdobramentos para a contemporaneidade", oferecido na modalidade EaD, pela UFABC, para a formação continuada de professores da rede pública da Prefeitura Municipal de São Paulo – PMSP.

Relatar qualquer experiência ligada à função da tutoria sem nos remeter ao significado etimológico do termo (e, consequentemente, às mudanças históricas de que foi alvo), no entanto, parece-nos quase impossível; isso porque, muito da metodologia empregada para exercer o ofício do tutor na atualidade está intimamente ligado às implicações trazidas pelas transformações históricas sofridas pela função no decorrer dos séculos. Assim, como nem sempre o vocábulo "tutoria" manteve sua acepção elementar, já que se modificou de acordo com a época, país e práticas pedagógicas a ele associados, faz-se imprescindível, antes de quaisquer desdobramentos, um pequeno, mas significativo, deslocamento temporal ligado à questão.

Etimologicamente, como bem nos lembra Simeão, a palavra "tutoria" traz implícito o termo "tutela" – ambos possuem a mesma raiz latina *tuēri*, que significa "proteger", "zelar por". Mas, diferentemente deste, que está intimamente ligado a questões jurídicas e à ação de auxiliar e defender um menor vulnerável,

1 Professor Associado do Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André, Brasil, vani.junior@ufabc.edu.br

2 Docente de escolas públicas e privadas desde 1998, sandra.pastro@gmail.com

3 Docente de geografia de escolas públicas e privadas, sara.pastro@gmail.com

ela tem um significado mais amplo e vinculado ao ato de "amparar", "cuidar", "ter debaixo da vista". Daí sua capacidade de tramitar em várias esferas, tanto a de âmbito acadêmico quanto a de espaços de caráter mais íntimo e domiciliar.

Seja como for, a função do tutor, desde a origem mais remota do termo e nos espaços mais diversos, sempre foi a de auxiliar, assessorar, assistir, ajudar... enfim, a de facilitar um percurso, tornando-o menos emaranhado, mais inteligível e de melhor apreensão. Já era assim no mundo antigo, quando a escola era regalia de poucos e oferecia uma educação estritamente intelectual. Nessa época, filósofos eram contratados como tutores dos filhos de famílias abastadas a fim de paramentá-los com conhecimentos técnicos imprescindíveis de leitura, escrita, poesia, matemática, e também de oratória, para que os garotos se tornassem aptos à atuação em cargos públicos.

Por ocasião do Feudalismo, prática análoga pôde ser observada. O ensino instituído da época – atrelado fortemente à Igreja – preocupava-se exclusivamente com as crianças elitizadas oriundas da nobreza. Muitas delas eram inicialmente educadas em seus lares por seus pais e, posteriormente, pelos preceptores, cuja função, ao fim e ao cabo, não era diferente a de tutores, pois se resumia a estimular, motivar e orientar a educação do jovem medieval, ainda que para disseminar valores cristãos e garantir procedimentos de guerra, como delineado no trecho a seguir:

> O jovem nobre vivia sob tutela materna até os sete anos, ocasião em que entrava como pajem ao serviço de um cavaleiro amigo. Aos quatorze, era promovido a escudeiro, e nessa qualidade acompanhava o seu cavaleiro às guerras, torneios e caçadas. Por volta dos vinte e um anos, era armado cavaleiro (PONCE, 1981, p. 94).

É somente no século XV, no entanto, que, segundo Preti (*apud* SILVA, 2008, p. 44), o surgimento do tutor ocorre de forma institucionalizada. Relata ele que essa figura apareceu no âmbito acadêmico inicialmente ligada ao campo jurídico, no interior das universidades de Oxford e Cambridge e que sua função era a de "tutelar, *proteger o menor, administrar seus bens até alcançar a maioridade*". No ambiente escolar, embora muitos tutores ainda agissem de forma a nortear religiosamente os estudantes e infundir neles a fé e a conduta

moral cristã, a tutoria conservou sua característica primeva de "impulsionar" o conhecimento de modo individualizado.

Esse acompanhamento orientado e particular mantém-se firme também nos séculos XV e XVI – tanto nas universidades quanto na esfera domiciliar. O sonho aristocrático de educar os filhos em casa valeu-se dos tutores para orientar, tanto acadêmica quanto culturalmente, jovens precedentes das famílias abastadas de então. Até mesmo na realeza muitos Humanistas célebres eram convidados pelos reis para educar os príncipes sucessores.

Durante o Renascimento, segundo Filomena Maria Rosa Coelho Simeão (2009, p. 17), essa figura ganhou ainda mais espaço em função de sua participação ativa no processo de educação que ficou conhecido como "Grand Tour". De acordo com a autora, o tutor viajava com os tutorandos pela Europa a fim de finalizar o processo de formação deles, desempenhando funções que variavam entre orientar, aconselhar, ser confidentes, ser secretários e até mesmo bibliotecários e médicos.

Com o Racionalismo do século XVII e a influência dos processos científicos e filosóficos no desenvolvimento das novas metodologias pedagógicas, a figura do tutor se tornou, mais uma vez, imperativa. Isso porque as escolas de então, voltadas para o propósito universalizante de ensinar "tudo a todos", não agradava às famílias mais abastadas, que buscavam um ensino diferente daquele oferecido pelo formalismo clássico de princípios fundamentalmente enciclopédicos.

Vale lembrar que no contexto histórico Iluminista, a educação – edificada conforme os princípios dominantes da burguesia e ao encargo do Estado – passa a ter um caráter de obrigatoriedade e gratuidade, tornando-se, dessa forma, instrumento capaz de consolidar e garantir a manutenção das bases capitalistas que sustentavam a sociedade burguesa. Nas palavras de Eliane Marta Santos Teixeira Lopes: "[...] no afã de consolidar seu projeto hegemônico, a burguesia se apropria da ideia de escola pública, redefinindo-a e convertendo-a em um dos instrumentos disseminadores de sua visão de mundo" (LOPES, 1981, p. 15).

Tão prontamente os pensionatos, liceus e internatos se consolidaram como locais laicos e imprescindíveis para a obtenção dos conhecimentos acadêmicos, porém, o costume de ter em casa um "responsável direto" pelo

desenvolvimento intelectual dos jovens e crianças passou a ser um diferencial àqueles interessados em uma instrução que garantisse um desenvolvimento intelectual mais refinado e individual que o desenvolvido pelo projeto educacional destinado às massas reificadas em razão das relações sociais cada vez mais pacificadas pelo caráter quantitativo e automático estabelecido pelo novo contexto mercadológico.

O final do século XIX, por sua vez, foi especialmente interessante no que se refere ao processo de edificação e, paradoxalmente, de desconstrução do ofício do tutor. Enquanto nas esferas doméstica e estudantil os tutores foram sendo substituídos (e até mesmo rejeitados) devido à ressignificação do papel das crianças, que aos poucos adquiriam maior autonomia no processo de aprendizagem; no âmbito socioeconômico, o incipiente processo industrial também reconfigurava e redefinia o lugar desse profissional.

O surgimento do ensino à distância

As mudanças oriundas das novas condições tecnológicas favoreceram a propagação de um tipo de educação até então experimentado de forma isolada e singular: a Educação a Distância (EaD). É em virtude do despreparo dos sistemas educacionais frente às novas demandas do mercado que muitas escolas por correspondência surgem e, com elas, uma nova conformação do papel da tutoria.

Professores-tutores, por meio de correspondências (via correio e ferrovias), mantinham contato com alunos das mais remotas áreas, principalmente com aqueles oriundos de países com baixa densidade populacional, cuja oferta educacional (em especial de cursos universitários) era rara ou inexistente (PETERS, 2003 *apud* SILVA, 2008, p. 16).

Sem negar a importância da EaD no que se refere ao acesso e democratização educacional em meados do século XX (principalmente nos países subdesenvolvidos), essa modalidade passa por transformações significativas nesse período; a EaD revela-se como uma alternativa para suprir a lacuna deixada na formação básica dos indivíduos em razão dos baixos investimentos públicos. Ocorre, então, uma inversão tanto na função quanto no reconhecimento do tutor, que passa a atender exclusivamente a uma clientela menos favorecida,

formada basicamente por trabalhadores sem qualificação acadêmica, nem profissional.

Dessa forma, por décadas a fio, a Educação a Distância – e tudo o que a ela estava atrelado – sofre um processo de desqualificação e acaba sendo utilizada, entre outras coisas, para capacitar parte da sociedade que, por questões socioeconômicas, não conseguia terminar o ensino basilar ou mesmo cursar uma faculdade.

O que não se imaginava, no entanto, era que essa modalidade de ensino, em tão poucas décadas, voltasse a ser parte fundamental do processo de ensino-aprendizagem da atualidade, e o tutor retomasse seu valor junto às mais diversas esferas socioeducativas.

No Brasil, em especial, o desenvolvimento de cursos em EaD se tornou ainda mais forte com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96), a qual permitiu a criação de programas e disciplinas a distância pelos diversos níveis e modalidades de ensino e de educação continuada.

Foram elas, a demanda exigida pela presente configuração técnico-científica e a constante necessidade de atualização exigida pelas atividades profissionais modernas do país, no entanto, quem resgatou de vez o prestígio do ofício. Voltou, e parece ter vindo mesmo para ficar. Verdade é que veio renovado, com feitio atualizado e um tanto quanto reconstruído!

Transformada pelos aparatos tecnológicos que a fez ressurgir e por meio dos quais ganhou espaço e importância, a função de tutor tornou-se muito importante no que se refere à hodierna forma de ensinar e aprender. Com os novos projetos educacionais virtuais ganhando maior desenvoltura no que se refere à capacidade de interatividade e também à celeridade e socialização dos saberes, a presença desse "orientador" voltou a ser fundamental, pois possibilitou uma interlocução entre o professor e aluno, propiciando uma melhor concretização das propostas de estudo em EAD até então conhecidas, principalmente daquelas voltadas aos profissionais que necessitam de constantes capacitações e atualizações, como é o caso de professores e também de outros constantemente pressionados pelo competitivo mercado de trabalho.

Foi nesse contexto que o Governo Federal lançou o programa UAB, que posteriormente foi ampliado e incorporado pela Capes. Os diversos Editais possibilitaram que muitas universidades brasileiras, dentre elas a UFABC,

investissem intensamente nessa proposta, que se apresentou como outra possibilidade para a disseminação de novos e, por que não dizer, velhos saberes.

O ensino a distância na UFABC

Os cursos a distância na UFABC, dentre outros cuidados e premissas, têm uma preocupação especial: a da formação de seus tutores. O Programa de Capacitação oferecido tanto à comunidade acadêmica da própria Universidade quanto aos demais interessados, além de proporcionar conhecimentos diversos sobre a moderna Educação a Distância (EaD) e, consequentemente, discorrer sobre todos os processos ligados ao uso da tecnologia, objetiva – entre outras coisas – disseminar metodologias que auxiliem seus tutores nessa empreitada.

Os pressupostos teóricos recomendados nesse curso, em consonância com o curso de Bases Epistemológicas, atêm-se tanto à necessidade de uma reflexão crítica acerca da prática educativa como um todo quanto à necessidade de um aprofundamento teórico voltado a questões específicas relacionadas às ferramentas tecnológicas na educação. Considera que o ensino tradicional e a EaD (entenda-se ensino não presencial) não são elementos antagônicos; antes, são complementares e devem, mutuamente, auxiliarem-se no objetivo de garantir aos indivíduos uma formação humanística ampla e concreta.

Ao discutir o papel da escola nos novos tempos, encontra – entre outros desafios – o de descobrir técnicas pedagógicas que acompanhem as mudanças de paradigmas postuladas pelas contemporâneas circunstâncias educacionais. Sugere que a concepção de que um novo "modelo de aluno" requer também um novo e complementar modo de aprender. Nesse sentido, considera os recursos da tecnologia da informação força significativa para o desenvolvimento dessas estratégias metodológicas, já que servem de apoio aos processos de ensino-aprendizagem virtual, presencial, semipresencial ou EaD. A ideia é reforçada pelo fato de a internet ser fonte de pesquisa inexaurível, e apresentar-se como uma ferramenta capaz de garantir abundância de recursos destinados à integração completa entre professores, tutores e alunos.

Em consonância a isso, o Curso de Formação retoma os ensinamentos do educador e filósofo pernambucano Paulo Freire, em obra intitulada Pedagogia da Autonomia, por ocasião de sua crítica ao que ficou conhecido como "educação bancária". Nas palavras do mestre:

> O que nos parece indiscutível é que, se pretendermos a libertação dos homens, não podemos começar por aliená-los ou mantê-los alienados. A libertação autêntica, que é a humanização em processo, não é uma coisa que se deposita nos homens. Não é uma palavra a mais, oca, mitificante. É práxis, que implica a ação e a reflexão dos homens sobre o mundo para transformá-lo (FREIRE, 1996).

Cônscio de que ambientes virtuais, apesar de fantásticos promotores de aproximações inimagináveis antes deles, não substituem a realidade das efetivas relações humanas, o curso de formação alerta o tutor também sobre a necessidade de mediar a comunicação entre alunos e professores, e garantir que ela não se perca nas particularidades individuais protegidas pelo distanciamento físico permitido pela tela dos computadores.

Caberia ao tutor, dessa forma, e sempre que possível e exigido, interagir com os alunos e os demais colegas, a fim de estabelecer a pessoalidade das relações virtuais; em outras palavras: a aproximação, o contato, o acolhimento. Competiria a ele acompanhar os discentes, tornando o ambiente virtual menos impessoal e frio. Nesse caso, incentivar a autonomia e a capacidade de superar desafios também aparecem entre os diversos papéis do tutor, principalmente ao considerar que o aluno é o principal ator na construção de conhecimento e que seu sucesso depende de sua disposição e perseverança em aprender.

Dentre os recursos recomendados, ressalta a adoção das Netiquetas – regras gerais que norteiam as conversas, expressam emoções e estabelecem um bom relacionamento entre os membros participantes. Também o cuidado com as regras gramaticais, a adequação do texto ao perfil do leitor, o rápido *feedback* às mensagens e questionamentos, assim como o uso de palavras gentis e o respeito aos diferentes níveis de conhecimento e opinião são atitudes consideradas fundamentais à criação de um ambiente colaborativo, já que viabilizam a construção harmoniosa de um trabalho em equipe.

Uma experiência enriquecedora

O programa de formação continuada ofertados aos alunos-professores da rede pública da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP) foi disponibilizado em dois formatos: o presencial e o a distância. Em todas as disciplinas

ofertadas[4], houve encontros presenciais e atividades a distância, sendo constantes a presença e a intervenção dos tutores em todos os momentos.

Antes mesmo do início do curso oferecido, porém, a atuação da tutoria começou a se configurar. Assim, terminado o curso de Formação e treinamento na Ferramenta de apoio ao Ensino – TIDIA – AE, estando eles preparados tecnicamente para trabalhar com o Ambiente Virtual de Aprendizagem, houve um escalonamento prévio dos tutores, tendo em vista a formação acadêmica e a proximidade que cada qual apresentava junto às habilidades e competências esperadas pelas disciplinas. Preestabelecidos esses grupos, passou-se então a uma outra etapa, não menos importante que a anterior: a de reuniões com os docentes da UFABC que planejaram todo o processo que resultou nas disciplinas oferecidas aos alunos-professores da PMSP.

Foram dois os encontros entre os tutores e os professores da UFABC, antes de se iniciarem os trabalhos junto aos alunos professores da PMSP. Um com a coordenadoria responsável pelos tutores, chefiada pelo Professor Doutor Vani Xavier de Oliveira Júnior e Professora Doutora Itana Stiubiener, no qual foram apresentadas, dentre outras coisas, as responsabilidades técnicas da tutoria, o número de participantes previstos para o programa e o formato como as disciplinas seriam oferecidas. Nele, os tutores foram alertados sobre a importância de se corrigir as atividades *online* em um prazo de 48 a 72 horas (dependendo da complexidade da atividade) e de responder às mensagens de dúvidas em, no máximo, 24 horas, após o recebimento. Também se discorreu sobre a indispensável participação da tutoria nas aulas presenciais, nos plantões de dúvidas e em reuniões com a Coordenação e/ou com os Docentes sempre que convocada. Por ter sido presencial e tendo contado com a participação de todos os envolvidos, essa primeira reunião deu direcionamento e unidade ao grupo. Foi nesse momento que se estabeleceram os primeiros vínculos entre os tutores, e uma rede de contatos foi criada – fatores esses que, diga-se de passagem, tiveram acentuada relevância no decorrer dos acontecimentos.

O outro encontro, também presencial como o primeiro, ocorreu no Campus de São Bernardo e foi direcionado pela Professora Doutora Luciana

4 A saber: Bases Epistemológicas da Ciência Moderna, Ética, Introdução à Antropologia, Filosofia da Ciência, Lógica e Pensamento Científico, Cosmologia – o homem e o universo, Teoria de Conjuntos, Física Quântica e Relatividade no cotidiano, Ciência e Meio Ambiente, Introdução à Neurociência e Metodologia Científica.

Katerka, responsável pela área de humanas do curso. Em consonância com a primeira reunião, orientações gerais foram reforçadas e as diretrizes norteadoras das disciplinas de conformação do curso "Nascimento e desenvolvimento da Ciência e seus desdobramentos para a contemporaneidade" foram apresentadas para os tutores. Ao caráter interdisciplinar que permeia todo o projeto, foi dada atenção especial. Isso foi significativamente interessante para o posterior desempenho da tutoria, uma vez que ofereceu aos envolvidos o suporte para a compreensão do todo, possibilitando um melhor acompanhamento do que seria oferecido aos futuros alunos.

Em ambas as reuniões, a tutoria foi tratada como um importante elemento de transição e ligação na relação entre alunos-professores e docentes da UFABC. O valor de sua atuação como agente facilitador do conhecimento foi revigorado e a necessidade de os tutores estarem inteiramente conscientes quanto aos conteúdos, atividades e, sobretudo, às metodologias utilizadas foi reforçada. Em suma, o tutor foi tomado como aquele que, em muitas ocasiões, representaria a coordenação e de cuja atuação dependeria o desenvolvimento de grande parte da notoriedade das disciplinas. Daí em diante, só restava esperar pelo começo.

Ao começar o curso, muitas ações foram, de imediato, mostrando-se necessárias. Assim, entre as atividades comuns desenvolvidas nas aulas presenciais, estavam o controle da lista de presença, a entrega dos comprovantes de comparecimento, o saneamento das dúvidas relativas à Plataforma e ao cronograma, os esclarecimentos sobre o andamento das disciplinas, o apoio para o desenvolvimento dos exercícios solicitados em sala pelos professores, assim como os avisos e dicas importantes para o bom andamento do programa. Entre as atividades diárias a distância, por sua vez, destacaram-se o acompanhamento da participação dos alunos em fóruns e bate-papos (assim como o de sua participação nas atividades avaliativas e sugestões para um melhor desempenho), os avisos sobre prazos e atividades, os lançamentos de notas e suas justificativas no sistema, as repostas às dúvidas diárias por meio de *chats* e e-mails, as mensagens alertando sobre o cronograma das atividades, o preenchimento das planilhas internas e a apresentação dos relatórios à coordenação.

Tarefas à parte, trabalhar na tutoria foi uma experiência, no mínimo, significante. Ao longo do processo, muitas foram as situações vivenciadas. Em todas elas, de nem ao menos uma das três qualidades essenciais ressaltadas por

Arétio (*apud* SILVA, 2008) em suas pesquisas sobre a boa ação tutorial foi possível prescindir. A cordialidade – que segundo ele seria a capacidade de fazer com que os alunos se sentissem bem recebidos – foi a primeira a ser posta em prática. Já no primeiro encontro presencial, assim como nos primeiros e-mails trocados, a sutileza no trato, nos gestos, nas expressões e no "tom de voz" foi essencial para que se estabelecesse certa simpatia e confiança entre os envolvidos. A segunda característica – a aceitação (definida pelo autor como a capacidade de acolher e aceitar os alunos, suas dificuldades e problemas) – também permeou a atuação dos tutores do início ao fim. Fazer-se sempre presente (fisicamente, nos encontros presenciais, ou por e-mail), buscando conhecer melhor os alunos, a fim de considerar os obstáculos enfrentados por eles, foi atitude constante em todo o processo. Para tanto, os alunos matriculados eram divididos em grupos menores e recebiam atenção ainda mais individualizada. A terceira característica apontada por Arétio, a integridade e autenticidade – "mantendo uma atitude honesta e verdadeira sobre as expectativas do aluno quanto ao curso e aos conteúdos" – também foi atitude intrínseca aos tutores no decorrer do desenvolvimento das disciplinas. Muitos foram os momentos em que a tutoria manteve uma relação de troca na qual alunos e tutores estudaram os temas e aprenderam em parceria. Fato que resultou numa experiência verdadeiramente enriquecedora.

O treinamento no ambiente virtual de aprendizagem TIDIA – AE foi a primeira disciplina ofertada. Foi programada inicialmente para ser oferecida em seis turmas, cada uma com cerca de 300 alunos. Mas mudanças se fizeram necessárias devido às inúmeras dificuldades apresentadas pelos alunos-professores e, em todo início de disciplina, o treinamento passou a ser oferecido. Assim, nas aulas introdutórias sobre o ambiente virtual de aprendizagem (AVA), o auxílio para o primeiro acesso, assim como a assistência para sanar as dúvidas quanto uso de ferramentas do AVA necessárias para o andamento das disciplinas foram procedimentos persistentes.

Verdade seja dita, nem tudo transcorreu da forma programada. Não foram poucas as adversidades enfrentadas nesse início. Os problemas foram os mais variados: da desorganização à falta de estrutura de alguns polos destinados às aulas presenciais, do desconhecimento da tecnologia por alguns alunos-professores às dificuldades de acesso à rede, por outros.

A inaptidão de certa parcela do público em lidar com as tecnologias da informação e com o AVA, aliadas à ansiedade inicial dos alunos-professores foram entraves para o desenvolvimento das primeiras aulas. No entanto, como era de se esperar em um curso em EaD, a presença do tutor – intervindo de forma contínua e premente – foi, nesse sentido, inquestionável, pois fomentou conhecimentos técnicos e fez, de forma gradativa e incisiva, a interação entre os conteúdos e atividades disponibilizados no AVA e as práticas significativas para o desempenho dos alunos que, aos poucos, foram ganhando autonomia e, consequentemente, as aulas passaram a fluir sem tantos obstáculos.

Os alunos do CEU Butantã, por exemplo, apresentaram muitas dificuldades iniciais no acesso ao AVA; mas, com o transcorrer do tempo e com o treinamento incisivo, apresentaram-se satisfeitos em relação a ela, como pode ser percebido em dois depoimentos a seguir.

No primeiro, o(a) aluno(a) assim se posiciona:

> *Antes do treinamento, tive bastante dificuldade em me localizar na plataforma online. Achei esse modelo de plataforma bem diferente dos outros que já utilizei em outros cursos. No entanto, depois do treinamento, percebi que fui me familiarizando com o ambiente online e hoje não tenho mais tanta dificuldade.*

> *Acredito que foi de suma importância ter atividades de Treinamento, pois muitos cursos começam com atividade relacionadas ao conteúdo, e esquecem que somos novos no ambiente virtual em questão, e que leva um tempo para nos localizarmos. Achei ótima iniciativa e queria parabenizar os tutores, eles são excelentes! Super disponíveis e ajudam sempre em um intervalo pequeno de tempo.*

No segundo, o(a) aluno(a), um pouco mais crítico(a), e, por isso, igualmente ou mais importante:

> *A disciplina foi boa e necessária na medida em que correspondeu aos objetivos aos quais se propôs: orientar e habilitar os alunos no uso da complexa plataforma.*

> *A vantagem da Educação a Distância é tornar o estudo mais flexível para o aluno; seu principal ganho, a opção de gerenciar autonomamente, de acordo com suas necessidades, tanto o horário como o local dos estudos. Porém, essa modalidade*

educativa não é para qualquer um. Para se dar bem aí é preciso um alto nível de organização e método.

A disciplina correspondeu às expectativas porque antecipou ao estudante os problemas que ele enfrentaria e ainda enfrentará ao longo do curso. As apostilas foram claras nos apontamentos do comportamento adequado no estudo à distância, na orientação para o uso da ferramenta (plataforma). Os tutores se desdobram para atender as dificuldades individuais dos alunos em encontrar os caminhos do labirinto virtual – não fossem eles, um número bem grande de estudantes iniciais em EaD já teriam desistido do curso "Ciência".

Uma plataforma de aprendizagem à distância deveria ser objetiva, de modo que permitisse ao aluno se encontrar sozinho, deixando aos tutores a função de mediador de aprendizagem, não de solucionador de problemas da ferramenta em si. A não otimização da interface virtual prejudica a interação entre os alunos e tutores. Em vez de ler as publicações dos colegas e debater ideias, os alunos acabam correndo atrás de desvendar os problemas da ferramenta.

Em ambos os casos percebemos certo desconforto, ainda que passageiro, mas que serviram não só para ilustrar como para melhorar o processo.

A falta de tempo também apareceu como uma dificuldade para o desenvolvimento das atividades. Muitos alunos-professores, principalmente ao final dos bimestres escolares, não conseguiam cumprir com os prazos estabelecidos e reclamavam sobre o acúmulo de atividades com que estavam envolvidos, daí a necessidade que sentiam de solicitar a ampliação dos prazos. Coube ao tutor apontar caminhos e, em parceria, encontrar soluções para determinados problemas ou propostas de adiamentos. Visando desestimular a evasão total ou o parcial abandono da continuidade dos estudos, não raras foram as vezes em que as datas limites de entrega das atividades foram prorrogadas. Nesse sentido, a atuação do tutor baseou-se em ter, além de capacidades técnicas para auxiliá-los com os conteúdos (estimulando debates e esclarecendo dúvidas), ter consciência sobre a modalidade em que atuava, a ponto de saber que era preciso sensibilidade no auxílio do aluno para que não se sentisse desamparado e solitário em sua empreitada.

O aprimoramento no uso das ferramentas de comunicação como Fóruns e Bate-papos (*chats*), por exemplo, também se deu aos poucos. Nesse sentido,

os Fóruns como ambientes de comunicação coletiva, muito utilizados para promover a troca de ideias, opiniões e experiências, foram, inicialmente, vistos apenas como mais uma atividade a ser respondida e encerrada. No entanto, observou-se que a interação aumentou conforme o público foi entendendo a finalidade dessa ferramenta.

O papel da tutoria mostrou-se, então, mais uma vez, fundamental, visto ter fomentado a reflexão e dado continuidade às discussões por meio de perguntas e explanação de opiniões. O envolvimento nas questões propostas pelas disciplinas foi aumentando e as discussões promoveram a aprendizagem colaborativa, em que um aluno contribuiu com o outro, chegando ao ponto de indicar materiais extras, como vídeos e textos.

Nesses Fóruns também foi possível perceber como os temas trabalhados (independentemente da natureza da disciplina) incentivaram a reflexão sobre suas práticas em sala de aula. Não raro, os estudantes traziam às discussões suas experiências como docentes e aplicavam materiais e temas disponibilizados pelo curso que adaptavam para suas aulas.

As estatísticas de participação nos Fóruns, geradas automaticamente pela Plataforma, ofereciam aos professores e tutores um recurso extra que permitia um melhor panorama do envolvimento dos alunos naquele tema específico. Isso possibilitava que mensagem motivacionais fossem enviadas a fim de estimular aqueles que pouco ou nada haviam participado das discussões.

Os *chats*, por sua vez, funcionavam como uma ferramenta de interação, em que informações mais cotidianas eram compartilhadas. As mensagens ali trocadas tinham um caráter menos conteudista, já que traziam elementos relacionados a prazos, práticas e comunicados gerais sobre o funcionamento tanto da plataforma quanto da própria disciplina. Nesse contexto, a tutoria chegou a prestar um atendimento quase que imediato, visto todos os tutores envolvidos estarem permanentemente atentos à dinâmica do contexto. Quando, por algum motivo, o tutor "responsável" por determinado aluno-professor não estabelecia contato síncrono com ele, outro tutor punha-se à disposição e, tão prontamente pudesse, resolvia problemas e sanava as possíveis dúvidas. Era preocupação da equipe de tutoria estabelecer horários diferenciados de atendimento, a fim de abranger maior tempo possível *online*, exatamente para que essa ferramenta assim funcionasse.

Quanto à ferramenta Mensagem, por ter um caráter exclusivo, permitia aos alunos receberem, visualizarem e enviarem mensagens pessoais, assim como criarem novas pastas para organizar as mensagens trocadas e adicionarem anexos. Alertas, orientações, prazos eram constantemente expedidos por meio dela. Também para soluções de problemas individualizados e flexibilização de prazos era comum fazer uso de tal instrumento de comunicação. Seguindo as orientações da coordenação do curso, cabia ao tutor checar suas mensagens constantemente e tão pronto respondê-las.

A ferramenta Enquete, por sua vez, configura-se como uma ferramenta cujo objetivo é mensurar o julgamento de um grupo em relação a questões muitos peculiares. No caso, foi utilizada para conhecer um pouco o público matriculado e também para avaliar o próprio curso. Esse segundo emprego serviu à coordenação como uma diretriz à oferta de outros cursos e disciplinas, já que possibilitou detectar alguns pequenos problemas e descontentamentos gerais.

No que cerne às realizações das atividades, os alunos-professores acostumados ao ambiente presencial e com o modelo de educação centrado no professor – mostraram-se, por muitas vezes, acomodados e dependentes do material disponibilizado, não tomando para si a responsabilidade por pesquisar e construir seu conhecimento. Essa característica, no entanto, foi sendo perdida à medida que foram entendendo que o sucesso de sua aprendizagem estava em adotar uma postura mais autônoma e independente. Foi o entendimento sobre a estrutura e a dinâmica do material de apoio a ser utilizado, auxiliado pela orientação e estímulo dados pelos tutores e professores, o que de fato contribuiu para tanto.

Em momento algum, nesse sentido, as dúvidas dos alunos-professores deixaram de ser supridas. Mediar a construção do conhecimento, estimulando a aprendizagem autônoma através de sugestões e provocações de pensamentos reflexivos, sem dar diretamente as respostas, foi a forma encontrada para tornar isso possível. Seguindo as orientações do curso destinado à formação dos tutores, eram oferecidas aos alunos-professores outras possibilidades de leitura, principalmente por meio de sugestão de pesquisas em sites e leitura de textos que viessem a complementar o entendimento e os amparassem em seus possíveis equívocos, tornando-os não meros espectadores da aprendizagem, mas recriadores de seu próprio mundo.

O processo avaliativo das atividades *online* era de responsabilidade da equipe de tutoria e sempre recebeu atenção especial, tanto no que se refere aos prazos de devolução (que variavam de 48 a 72 horas após a data limite de submissão dos alunos-professores no TIDIA) quanto às justificativas das notas atribuídas.

Em todo *feedback*, o tutor procurava ser atencioso e expor suas observações de maneira clara e objetiva, que caso contrário, poderia ser recebida como um desestímulo para a continuidade do curso. Auxiliar o aluno-professor a raciocinar sobre possíveis equívocos, induzindo-o a usar a lógica para descoberta do erro por si só, era fator condicionante no processo de correção.

Levando em conta o velho adágio que de "Os erros são os portais da descoberta", em todo *feedback* enviado, os equívocos não eram tratados como falhas propriamente ditas, antes eram entendidos como uma etapa para se chegar ao conhecimento. Também era recomendado ao tutor detalhar o motivo que o levou a considerar a resposta parcial ou totalmente incorreta. Quando, por ventura, o aluno-professor não se encontrava satisfeito com a justificativa dada pelo tutor, inclusive em termos teórico-conceituais, a tutoria era orientada a procurar o docente da disciplina, que prontamente o auxiliava e tomava para si a responsabilidade de resolver o impasse.

Ao término das correções de cada atividade, os tutores tinham o cuidado de fazer uma lista dos alunos-professores que não postaram sua resposta e entravam em contato com cada um deles, no intuito de estimular sua ativa e colaborativa participação e tentar entender os porquês de sua ausência. Se ainda assim não obtivesse resposta, era praxe avisar o docente da disciplina e a coordenação sobre o fato.

Outra preocupação da tutoria era o cuidado com a detecção de plágio nas atividades. Quando encontradas, como foi o caso de algumas situações vivenciadas em todos os polos, o tutor comunicar o caso ao docente da disciplina, escrevia um *feedback* ao aluno explicando o ocorrido e o orientando (inclusive por meio da legislação em voga) a não mais proceder de tal forma.

À medida que as aulas aconteciam, o caráter interdisciplinar do curso se configurava. Os conceitos teóricos apontados e discutidos na disciplina *Bases epistemológicas da Ciência Moderna*, por exemplo, serviram, como o próprio nome supõe, de fundamento para as demais disciplinas, em especial para *Ética,*

Lógica e Pensamento Científico e *Filosofia da Ciência*, que se apresentaram como o desdobrar e o aprofundamento da primeira. Os conteúdos se entrelaçavam e teciam uma rede de conhecimentos complementares que ofereciam uma visão mais profunda do todo, de fato uma visão interdisciplinar.

Vale lembrar que o termo Interdisciplinaridade, quando aplicado às Ciências, agrega campos específicos do saber que seriam incompreensíveis se tratados com os conhecimentos de apenas uma única área. Nas palavras de Olga Pombo (2005, p. 13):

> Só há interdisciplinaridade se somos capazes de partilhar o nosso pequeno domínio do saber, se temos a coragem necessária para abandonar o conforto de nossa linguagem técnica para nos aventurarmos num domínio que é de todos e de que ninguém é proprietário exclusivo.

Tal pensamento vai ao encontro da Proposta de Ensino da própria UFABC, cujo Projeto Pedagógico – visando construir um novo modelo de Ensino Superior – propõe um plano acadêmico *livre de amarras internas e de restrições externas*. Em outras palavras: um plano interdisciplinar, no qual as barreiras que dividem os diferentes campos do conhecimento sejam postas abaixo.

Para a UFABC, os modelos preestabelecidos pelas matrizes curriculares das tradicionais universidades brasileiras não se adequam mais frente às contínuas mudanças trazidas por um século de avanços científicos e tecnológicos. O princípio que conduz o Plano Pedagógico, nesse sentido, nega o apego a fragmentos de conhecimentos específicos, sinalizando a necessidade de uma reorganização da Ciência e da interação entre Ciência e Tecnologia.

Daí a ideia de oferecer cursos conduzidos por pessoas com diferentes formações, e disciplinas que podem vir a ser ministradas, alternativamente, por professores com variadas ênfases, como foi o caso do curso *Bases Epistemológicas da Ciência Moderna* que aqui tratamos, e cujo propósito foi aperfeiçoar profissionais capazes de arrostar os desafios do novo milênio.

Num esforço de superar essa fragmentação do conhecimento científico, as teorias pontadas e discutidas na disciplina *Bases epistemológicas*, por exemplo, serviram como fundamento para acirradas discussões surgidas nas aulas presenciais de muitas outras aulas, em especial as que se deram em *Filosofia da*

Ciência, *Ética, Antropologia, Lógica e Pensamento Científico* (áreas correlatas que foram recebidas como um desdobrar da primeira).

Conciliando conceitos pertencentes a diversas Ciências, os conteúdos se entrelaçavam e teciam uma rede de conhecimentos complementares que ofereciam aos alunos-professores uma visão mais profunda do todo. Isso foi evidente também nas discussões ocorridas em Fóruns e nas respostas dadas às atividades propostas. Relatos sobre experiências pedagógicas vivenciadas pelos alunos também trouxeram à tona esse diálogo entre as disciplinas que se foi configurando ao longo do percurso. Não foram poucos os depoimentos que evidenciaram uma nova postura crítica e reflexiva frente ao aprender e, em contrapartida, também à forma de ensinar.

A equipe de tutoria, nesse contexto, intervinha estimulando a reflexão interdisciplinar por meio de provocações, que levavam os alunos a buscarem temas discutidos em disciplinas já cursadas. Nesse ponto também aprendeu muito, já que foi desafiada, a todo instante, a repensar o seu próprio saber e correlacioná-lo com a multiplicidade de temas com que se deparou nas diversas matérias oferecidas.

Foi nesse momento que, de fato, os tutores conseguiram concretizar um trabalho colaborativo e interativo, repleto de trocas e considerações. Aprimorando a convivência com as diferenças e com a multiplicidade das ideias e valores internalizaram o que verdadeiramente os quatro Pilares da Educação propõem:

"Aprenderam a Conhecer", não só adquirindo um repertório de saberes codificados, mas também revisando o domínio dos próprios instrumentos do conhecimento, a fim de auxiliar o outro a encontrar prazer de entender, de apreciar, de descobrir, enfim, de querer saber mais e melhor.

"Aprenderam a fazer", não na acepção estrita de executar uma tarefa física material definida, mas no sentido de desempenhar tarefas que exigiram aptidão para estabelecer relações comunicativas eficazes entre as pessoas. Propriedades como a capacidade de trabalhar com os outros, de administrar e de resolver tensões, assim como de interpretar, selecionar informações, sopesar perspectivas e repensar as próprias apreciações e conceitos foram, a cada aula e a cada disciplina, tornando-se parte intrínseca à prática da tutoria.

"Aprenderam a viver com os outros", buscando a tolerância e a compreensão. À medida que descobria progressivamente a diversidade, a tutoria descobria também as afinidades e as interdependências que existem, evitando, assim, os atritos que produziram os aborrecimentos e conflitos.

"Aprenderam a ser", enfim. Aprenderam a ser indivíduos melhores, que tomam a Educação como prática para o desenvolvimento total do outro. Aprenderam a ser sensíveis às capacidades individuais e autônomas, direcionando a educação à prática de valores e atitudes capazes de modificar concretamente o homem. Aprenderam a ser, por fim, pessoas capazes de ajudar o outro a ser também.

Considerações finais

O presente capítulo procurou mostrar a trajetória e prática dos tutores do programa de formação "Nascimento e desenvolvimento da Ciência e seus desdobramentos para a contemporaneidade", evidenciando a importância de um eficaz treinamento e de uma qualificação apropriada para o bom desempenho de uma equipe de tutoria. Buscou compartilhar também as experiências vividas e os conhecimentos adquiridos pelos tutores ao longo de cada disciplina, assim como dividir os sucessos e dificuldades enfrentadas.

Nele, foi ressaltada a importância e o caráter decisivo da atuação do tutor para o sucesso do curso ofertado. A UFABC, desde o princípio, mostrou-se preocupada com a formação de sua equipe e, ao promover o Curso de Capacitação, trouxe aos tutores o embasamento teórico essencial para bem exercerem sua função. Os temas desenvolvidos pelo Programa de Capacitação foram fundamentais para sua qualificação, pois possibilitou uma reflexão crítica sobre sua prática educativa – em particular aquelas encontradas em ambientes de EaD – e sobre as metodologias que os auxiliariam nessa empreitada. Nesse sentido, evidenciou a importância do diálogo como valiosa prática cotidiana do tutor e também como um instrumento básico na construção de saberes em busca de uma formação humanística concreta, autônoma e independente.

Foi com essa finalidade que o curso capacitou os tutores também quanto ao uso de ferramentas tecnológicas de interação síncrona e assíncrona. O uso e o aprimoramento de canais como Fóruns, Bate-papos (*chats*) e Mensagem mostraram-se fundamentais para a comunicação coletiva e promoveram uma

aprendizagem colaborativa, pois permitiram a troca de ideias, opiniões, angústias e experiências. Esses instrumentos foram também essenciais à resolução de problemas de cunho pedagógico e administrativo, e no compartilhamento de informações cotidianas.

Entre as preocupações do Curso de Formação, esteve também a de conscientizar o tutor quanto à importância de uma conduta baseada na cordialidade e no comprometimento. As Netiquetas foram adotadas como a base para um diálogo amigável, simpático e cordial, o que permitiu a pessoalidade das relações virtuais e criou um ambiente saudável, capaz de evitar a solidão e o desestímulo que a distância física poderia vir a incutir no aluno.

Neste capítulo, buscou-se evidenciar como os tutores – seguindo as orientações do Curso de Formação – estabeleceram com os alunos-professores um trato pessoal e individualizado, sem, contudo, infringir as exigências da Universidade e as regras preestabelecidas pelas disciplinas. Nele, também foram elencadas as diversas dificuldades enfrentadas pela equipe de tutoria, a saber: a falta de comprometimento e a inabilidades com tecnologias por parte dos alunos; a emergência de inesperados contratempos com a plataforma; alguns imprevistos pessoais; e as dificuldades ocorridas por ser essa a primeira experiência como tutores em um curso de EaD.

Em contrapartida, motivados pelos desafios e pelo comprometimento e amizade edificada com a equipe e o grupo de alunos e professores, tentou-se delinear as possibilidades de aprendizagem e crescimento que essa experiência profissional permitiu. O caráter interdisciplinar do curso foi, nesse sentido, o cerne desse aprimoramento, uma vez que suscitou uma prazerosa e desafiadora contribuição dos tutores. A participação nas aulas presenciais, assim como a mediação de discussões a distância e a constante necessidade de leituras das referências bibliográficas permitiram à equipe rever, concatenar e, por que não dizer, aprender novos saberes.

Todas as vivências serviram, por fim, não só como aprendizagem pontual no desenrolar do curso da UFABC, mas também – e principalmente – como uma experiência humana enriquecedora, que ultrapassou as expectativas iniciais e despertou a reflexão sobre o aprender: o aprender a conhecer, a fazer, a viver, a ser, enfim.

Referências

ARAÚJO, Izandia Maria Freitas de. O desafio do professor tutor na educação a distância. *Revista Científica Semana Acadêmica*, Fortaleza, CE, 2016. Disponível em: <http://semanaacademica.org.br/artigo/o-desafio-do-professor-tutor-na-educacao-distancia#_ftn1>. Acesso em: 30 de ago. 2017.

CAMBI, Franco. *História da pedagogia*. Tradução de Álvaro Lorencini. São Paulo: Editora UNESP, 1999. Disponível em: <https://ciberduvidas.iscte-iul.pt/consultorio/perguntas/a-etimologia-da-palavra-tutor/27992>. Acesso em: 30 ago. de 2017.

IVASHITA, Simone Burioli. *EAD*: o importante papel do professor-tutor. Trabalho apresentado no IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE. III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, PUCPR, 2009. Disponível em: <http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2009/2865_1873.pdf>. Acesso em: 30 ago. de 2017.

LENGLER, Fernando Ramos; DALMAU, Marcos Baptista Lopes; SILVA, Emerson Correia da; MARQUES, Roberto Salatiel Rodrigues. Educação a distância e suas ferramentas de aprendizagem: uma reflexão socioeducacional. *Revista Gestão Universitária*, v. 4. 2015. Disponível em: <http://www.gestaouniversitaria.com.br/artigos-cientificos/educacao-a-distancia-e-suas-ferramentas-de-aprendizagem-uma-reflexao-socioeducacional>. Acesso em: 3 out. 2017.

LOPES, Eliane Marta Santos Teixeira. *Origens da educação pública*: a instrução na Revolução Burguesa do Século XVIII. São Paulo: Edições Loyola, 1981.

PLAGEDER, Márcio Zamboni. *O papel do tutor a distância no processo de ensino e aprendizagem no âmbito do curso Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural*. Tese em Desenvolvimento Rural – Programa de Pós-graduação em Educação, UFRGS, Porto Alegre Disponível em: <gs.br/cursopgdr/download/MarcioNeske_SeminarioTuroria.pdf>. Acesso em: 3 out. 2017.

POMBO, Olga. Interdisciplinaridade e integração de saberes. *Liinc em revista*, v.1, n.1, p. 3-15. Disponível em: <http://www.ufabc.edu.br/aufabc/projeto-pedagogico>. Acesso em: 30 ago. 2017.

PONCE, A. *Educação e luta de classe*. São Paulo: Cortez, 1981.

SILVA, Marinilson Barbosa. *O processo de construção de identidades individuais e coletivas do ser-tutor no contexto da educação a distância, hoje*. Tese de doutorado – Programa de Pós-graduação em Educação, UFRGS, Porto Alegre, 2008.

SIMEÃO, Filomena Maria da Rosa Coelho. *Tutoria*: uma forma flexível de ensino e aprendizagem. Dissertação de Mestrado – Departamento de Ciências de

Educação, Universidade dos Açores, 2009. Disponível em: <https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/457/1/DissertMestradoFilomenaSemiao.pdf>. Acesso em: 22 set. 2017.

SOUZA, Paulo Rogério de. *História da criação da escola pública como instrumento da formação da educação burguesa*. Trabalho apresentado no IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE. III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, PUCPR, 2009. Disponível em: <www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/24751142>. Acesso em: 30 ago. 2017.

SCHLOSSER, Rejane Leal. A atuação dos tutores nos cursos de educação a distância. *Colabor@ – Revista Digital da CVA – Ricesu*, v. 6, n. 22, fevereiro de 2010. Disponível em: <http://www.pead.ucpel.tche.br/revistas/index.php/colabora/article/viewFile/128/112>. Acesso em: 30 ago. 2017.

UNESCO. *Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI*. Educação. Um tesouro a descobrir. Brasília, 2010. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001095/109590por.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2017.

OS AUTORES

Anderson Ribeiro

Tem Graduação, Mestrado e Doutorado em Química pela Universidade de São Paulo. É Professor do Centro de Ciências Naturais e Humanas da Universidade Federal do ABC, campus em Santo André-SP, desde 2006. Faz pesquisa em áreas relacionadas ao desenvolvimento de fármacos, ao meio ambiente e a inovação em indústrias. É coordenador de um curso de especialização em Ensino de Química na modalidade EaD.

Bruno Nadai

O Professor Dr. Bruno Nadai leciona Filosofia Política na UFABC, onde coordena o Grupo de Estudos de Filosofia Alemã. Suas pesquisas tratam de temas e autores da Ética e da Filosofia Política moderna e contemporânea. É autor do livro *Progresso e moral na filosofia da história de Kant* (EdUFABC) e de artigos acadêmicos, além de tradutor de obras filosóficas.

Itana Stiubiener

Possui graduação em engenharia Elétrica pela Escola de Engenharia Mauá e mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professora associada da UFABC e pesquisadora associada do LARC-EPUSP. Coordena programas de extensão voltados à formação profissional, especialmente formação de professores. Foi Pró-Reitora de Graduação da UFABC e primeira coordenadora da UAB-UFABC.

Luciana Zaterka

Luciana Zaterka possui graduação em Química pela Universidade Mackenzie; graduação, mestrado e doutorado em Filosofia pela Universidade de São Paulo; mestrado em Química pela USP e pós-doutorado em História

da Ciência pela PUC-SP. Atualmente é Professora de Filosofia Moderna, Teoria do Conhecimento e História e Filosofia da Ciência na UFABC. Atua principalmente nos seguintes temas: razão e experiência na modernidade, filosofia experimental no século XVII, teorias da matéria e desde 2010 pesquisa na interface entre ciência, filosofia e educação.

Luiz Rozante

Possui formação (graduação, mestrado e doutorado) na área da Ciência da Computação. Tem larga experiência no ensino superior – com ênfase em disciplinas da área de fundamentos – e atualmente é professor do Centro de Matemática, Computação e Cognição da UFABC. Apesar do foco na carreira acadêmica, tem experiência de docência no ensino médio, bem como em programas de treinamento e formação.

Paula Homem de Mello

É professora da UFABC desde o início de suas atividades em 2006, onde tem ministrado disciplinas para diversos cursos de graduação e pós-graduação, tanto *stricto sensu* quanto *lato sensu*, especialmente na área de metodologia científica e mecânica quântica, sua área de pesquisa científica. Tem interesse também em divulgação científica.

Paula Tiba

Possui graduação em Ciências Biológicas - Modalidade Médica, mestrado e doutorado em Psicobiologia pela UNIFESP, com período sanduíche na Universidade de Groningen, na Holanda. Coordenadora do Projeto de Extensão "Neurociência e Educação: desmistificando o cérebro" da UFABC. Atualmente é Professora Adjunta do Centro de Matemática, Computação e Cognição e Pró-reitora de Graduação da UFABC.

Renato Kinouchi

Renato Kinouchi é Bacharel em Psicologia e Doutor em Filosofia, ambos pela Universidade Federal de São Carlos. Atualmente é Professor Associado de Epistemologia e Filosofia da Ciência na Universidade Federal do ABC. Suas pesquisas focam o papel dos valores na ciência e na avaliação de riscos das aplicações tecnológicas.

Ronei Miotto

Bacharel em Fisica pelo Instituto de Fisica da Universidade de Sao Paulo (1992), mestrado em Ciencias Modalidade Fisica pelo Instituto de Fisica da Universidade de Sao Paulo (1995) e doutorado em Ciências, Modalidade Física pelo Instituto de Fisica da Universidade de Sao Paulo (1999). Atualmente é professor associado de da Universidade Federal do ABC. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Estados Eletrônicos, atuando principalmente nos seguintes temas: estrutura eletronica, funcional da densidade, adsorcao e dissociacao de moleculas, superficies e phonons e vibrações da rede. Atua também como avaliador do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes) e é avaliador do Banco Nacional de Itens (BNI) do Inep. Atualmente é diretor do Centro de Ciências Naturais e Humanas da Universidade Federal do ABC.

Sandra Maria Pastro

Docente desde 1998, tendo atuado tanto em escolas públicas quanto em particulares, Sandra Maria Pastro é Bacharel em Letras (Língua Portuguesa – FFLCH / USP) e Mestre em Teoria Literária e Literatura Comparada pela Universidade de São Paulo.

Sara Cristina Pastro Stevani

Graduada em Geografia - Licenciatura e Bacharelado - pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2005/06), especialista em História pela PUC-SP (2009) e mestre em Geografia pelo Instituto de Geociências e

Ciências Exatas/UNESP/Campus de Rio Claro (2011). Atualmente é professora de Geografia da rede particular de ensino.

Teresa Cartery

Fonoaudióloga graduada pelo Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina (FM) da Universidade de São Paulo (USP), Mestre em Psicologia/Neurociência pela USP, Doutora em Ciências/Neurologia pela FMUSP. Professora Adjunta da Universidade Federal do ABC (UFABC), Centro de Matemática, Computação e Cognição. Coordenadora do Grupo de Estudos em Neurociência da Linguagem e Cognição da UFABC. Coordenadora do Projeto de Extensão "Neurociência e Educação: desmistificando o cérebro" da UFABC.

Vani Xavier de Oliveira Junior

Bacharel em Química pela Universidade de São Paulo / USP, Mestre e Doutor em Biologia Molecular pela Universidade Federal de São Paulo / UNIFESP. Atualmente, Professor Associado do Centro de Ciências Naturais e Humanas da Universidade Federal do ABC / UFABC.