



Vitruvian Cogitationes - RVC

Que tipo de professor você quer ser? Um olhar crítico da física na escola e considerações epistemológicas para melhor pensar metodologias

¿Qué tipo de maestro quieres ser? una mirada crítica a la física en la escuela y consideraciones epistemológicas para pensar mejor las metodologías

What kind of teacher do you want to be? a critical view at physics at school and epistemological considerations to better think about methodologies

Luiz Henrique Martins Arthury

Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC/Campus Jaraguá do Sul; luizarthury@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2666-9733>

Resumo: Neste trabalho trazemos uma discussão teórica fundamentada na literatura de epistemologia e ensino de física com o objetivo de se evidenciar características e finalidades do ensino de ciências por vezes negligenciadas no cotidiano de sala de aula. Entre essas, defendemos que promover a atenção sincera do aluno é um fator que deve acompanhar uma aula mais significativa, problematizando o ensino para a testagem que, não apenas resume os conteúdos a ferramentas para se fazer provas, como também não permite uma aproximação do pensamento científico para além de arremedos desconexos de pouco ou nenhum significado ao estudante. Ao final trazemos algumas proposições que podem ajudar o professor a pensar em práticas mais relevantes ao aluno, fugindo de visões metodológicas pragmáticas que subestimam ou mesmo ignoram o papel do professor como agente determinante na constituição de um ambiente efetivamente favorável à aprendizagem.

Palavras-chave: ensino de física; metodologias de ensino; predisposição para a aprendizagem.

Resumen: En este trabajo traemos una discusión teórica basada en la literatura sobre epistemología y enseñanza de la física con el objetivo de resaltar características y propósitos de la enseñanza de las ciencias que a veces son descuidados en la vida cotidiana del aula. Entre ellos, sostenemos que promover la atención sincera del alumno es un factor que debe acompañar una clase más significativa, problematizando la enseñanza para pruebas, que no sólo resume los contenidos como herramientas para la realización de pruebas, sino que tampoco permite una aproximación del pensamiento científico más allá de imitaciones inconexas de poco o ningún significado para el estudiante. Al final, traemos algunas proposiciones que pueden ayudar al docente a pensar prácticas más relevantes para el estudiante, evitando visiones metodológicas pragmáticas que subestiman o incluso ignoran el papel del docente como agente determinante en la creación de un ambiente efectivamente favorable al aprendizaje.

Palabras-clave: *enseñanza de física; metodologías de enseñanza; predisposición al aprendizaje.*

Abstract: *In this work we bring a theoretical discussion based on the literature on epistemology and physics teaching with the aim of highlighting characteristics and purposes of science teaching that are sometimes neglected in everyday classroom life. Among these, we argue that promoting the student's sincere attention is a factor that must accompany a more meaningful class, problematizing teaching for testing, which not only summarizes the contents as tools for taking tests, but also does not allow an approximation of scientific thinking beyond disconnected imitations of little or no meaning to the student. At the end, we bring some propositions that can help the teacher to think about practices that are more relevant to the student, avoiding pragmatic methodological views that underestimate or even ignore the role of the teacher as a determining agent in the creation of an environment effectively favorable to learning.*

Keywords: *physics teaching; teaching methodologies; learning predisposition.*

1 INTRODUÇÃO

Se por um lado a pesquisa na área de ensino de física e a implementação de seus resultados em sala de aula são indispensáveis e devem continuar exigindo esforços de todas as frentes da noosfera, de outro, mais perto do chão escolar, parece haver um discurso bastante desconectado dessa pesquisa e do que efetivamente pode ser significativo ao aluno (Rezende; Ostermann, 2005; Pena; Ribeiro Filho, 2008). Existem muitas propostas metodológicas à disposição, mas é comum essas focarem sua atenção apenas no que é sugerido ao aluno fazer. Algo que é necessário, certamente, porém insuficiente se quisermos sua atenção sincera no processo, como veremos.

Dentre diversas condições importantes para se promover um ambiente propício para o aluno aprender o que o professor deseja que ele aprenda, Ausubel (2003) propõe que a predisposição para a aprendizagem é essencial. Ou seja, de pouco adianta concentrarmos nossos esforços nos materiais educacionais e processos educativos diversos se o aluno não vê razões para aprender e não possui requisitos mínimos para tal. Claro, costumamos nos guiar na hipótese de que boas estratégias desencadeiam naturalmente o interesse do aluno, e nosso foco nesse trabalho é centrado justamente nessa predisposição.

Normalmente temos, nas atividades pensadas e desenvolvidas junto aos estudantes, uma ferramenta voltada à sua construção de conhecimentos, sendo esses o objetivo explícito nos planos de ensino. Entretanto, os aspectos de ordem mais emocional não parecem estar na ordem do dia dos professores, que quase invariavelmente concentram sua atenção no suposto conteúdo a ser transmitido, como se isso fosse possível. O resultado desse conteudismo, uma vez isolado em si mesmo e sem uma história que o signifique, é a manutenção do *zeitgeist*, onde se prepara quase que unicamente para a testagem (Moreira, 2018), onde o conhecimento é visto meramente como uma ferramenta para se fazer avaliações e se *passar de ano*. É o que chamamos de artificialização dos saberes: eles estão ali em certa medida, mas desconexos aos olhos do aluno e pobres em significância (Gowin, 1981).

Esses saberes pragmáticos, ferramentais, constituem uma aula artificial, fortemente definida pelo tipo de professor que está com o aluno no processo. Não é raro este aluno ter, como o mais próximo e mesmo único porta-voz dos conhecimentos científicos, um sujeito que

usualmente secundariza os saberes em suas próprias aulas, aquele professor que conversa sobre todas as pautas do momento, e por isso mesmo frequentemente é visto como o professor legal, descolado. Que quando vai falar sobre os conteúdos específicos de sua disciplina, o faz de modo a transparecer (por vezes explicitar) que aquilo ali é *coisa de escola*, que ele tem que *tocar o conteúdo*, mas que o legal mesmo são seus causos particulares a preencher parte da aula. E o problema não são os causos em si (que podem inclusive ter uma função pedagógica), mas o modo artificial com que trata os conhecimentos de sua disciplina.

Uma consequência dessa artificialidade é uma verdadeira extinção da curiosidade do aluno, aquela com que nos acostumamos a ver em estudantes nas fases iniciais da educação básica. Qualquer professor experiente constata facilmente como, de modo geral, os alunos vão perdendo sua curiosidade sincera à medida em que avançam nas fases escolares. Ou, ainda muito pior, vão adquirindo uma verdadeira repulsa por algumas disciplinas:

[...] nas escolas de nível médio, se aprende pouco da Física e, o que é pior, se aprende a não gostar dela. [...] na maioria das vezes e em pouco tempo, o contato em sala de aula com esse novo componente curricular torna-se uma vivência pouco prazerosa e, muitas vezes, chega a constituir-se numa experiência frustrante que o estudante carrega consigo por toda a vida (Bonadiman; Nonenmacher, 2007, p. 196).

As causas dessa receptividade negativa são naturalmente diversas e iremos discorrer sobre algumas, mas não temos dúvidas de que a escola tem sido a principal responsável por muitos alunos perderem o interesse em aprender. E nessa casa de ferreiro o espeto definitivamente não deveria ser de pau. A escola, todos concordamos, deveria ser o ambiente onde o interesse pelo aprendizado pulula em todos os cantos. Buscando sempre otimizar esse possível aprendizado, nós professores desenvolvemos diversas estratégias e metodologias para permitir aos alunos apreenderem, de fato, os saberes dialogicizados.

Mas será possível apontarmos algumas metodologias como melhores do que outras? Qual o mínimo que precisamos saber (se é que precisamos) para sermos bons professores de física¹? Bem, é óbvio que não pretendemos relativizar o que vêm sendo feito nos cursos de licenciatura, como se as considerações que traremos aqui não fossem também abordadas em suas disciplinas (e como se estas não fossem imensamente mais abrangentes e mesmo mais impactantes do que um artigo). Mas, visando colaborar com professores desejosos em constantemente pensar e otimizar suas aulas, apenas pretendemos chamar a atenção para aspectos epistemológicos pouco abordados em proposições metodológicas, que podem não apenas evitar situações de pouca ou nenhuma efetividade, como também trazer mais liberdade (fundamentada e consciente) ao professor para pensar suas práticas.

Para isso, discorreremos a seguir sobre dois conceitos importantes para nossas proposições: marcha forçada e deriva instrucional. E naturalmente vamos revisitar alguns elementos de amplo conhecimento da área de ensino de ciências, mas com contrapontos importantes centrados nesses conceitos.

2 O MUNDO 3 E A MARCHA FORÇADA ESCOLAR

Historicamente a física se desenvolveu essencialmente a partir da curiosidade de sujeitos em produzir explicações para toda a sorte de fenômenos. Ao descobrirmos como nossas ideias podem entrar em confronto com a realidade (Popper, 1989), descobrimos também maneiras de filtrar toda nossa criativa teia de símbolos e significados de modo a resguardar aqueles que

¹ Embora iremos discorrer sobre nossa área específica de experiência e atuação, pensamos que as considerações que propomos aqui valem também para as áreas de ensino no geral, particularmente das ciências da natureza.

melhor se relacionam com essa realidade. Entrementes, os saberes desenvolvidos que se mostraram mais eficientes na explicação-descrição da realidade foram consubstanciando parte de um mundo em si, que Popper chamou de Mundo 3².

Entre os habitantes de meu “terceiro mundo” há, mais especialmente, sistemas teóricos; mas habitantes de igual modo importantes são problemas e situações de problema. E [...] os moradores mais importantes desse mundo são argumentos críticos e o que pode ser chamado - em analogia com um estado material ou um estado de consciência - o estado de uma discussão ou o estado de um argumento crítico; e, naturalmente, os conteúdos de revistas, livros e bibliotecas (Popper, 1975, p. 109).

Esse mundo passa então a constituir também os saberes escolares, que por sua vez chegarão ao aluno via professores e materiais educativos (Gowin, 1981). Mas os fragmentos do Mundo 3 que chegam ao aluno estão modificados não apenas em relação à sua essência, o que muitas vezes é algo desejado³, e, muitas outras, inevitável (Chevallard, 1997). Esses fragmentos estão modificados também (e previsivelmente) em relação à imagem da ciência que os originou, com os saberes resultantes dessa modificação (e as narrativas do professor) produzindo um mundo de obrigações escolares sem nenhum significado atraente ao estudante. Some-se a essas modificações o próprio ambiente tradicional da escola e a estrutura como os assuntos são tratados normativamente pelas diversas instâncias da noosfera escolar, e temos algo que pode estar tão distante do que se faz e se conhece cientificamente que ao aluno só restam as imagens platônicas do fundo da caverna. Imagens borradas, serpenteantes e mesmo perniciosamente diferentes de uma realidade a qual o estudante está bem distante. Distante não apenas da essência dos saberes, mas também distante da essência do fazer científico.

Essa artificialidade constitui um dos mais prementes desafios ao professor sinceramente preocupado em romper o imenso vazio de significados que frequentemente tem afligido o estudante. Sem uma condução ciente dessa artificialidade típica escolar, as aulas facilmente se transformam, como espirituosamente disse um aluno, em “[...] uma marcha forçada através de um país desconhecido sem tempo para se olhar para os lados” (Matthews, 2000, p. 289). Mas essa marcha forçada está imbricada em nosso atual sistema escolar, e pouco se pode fazer a respeito do funcionamento tradicional das instituições, com fatores “[...] estruturais [que] fogem ao controle do profissional de ensino” (Bonadiman; Nonenmacher, 2007, p. 197).

Como não somos afeitos a propostas utópicas de modificação da escola a curto prazo, preferimos focar nas (re)ações possíveis do professor. Claro, por princípio combatemos permanentemente o tradicionalismo estéril nas escolas, mas em se tratando da prática atual do professor, nossa atenção se volta também e precipuamente ao que pode ser feito hoje para contornar, compensar ou minimizar a marcha forçada escolar.

Uma vez introduzido na marcha, o aluno passa a ver o conhecimento escolar como meramente uma ferramenta para se fazer avaliações, das quais depende seu sucesso escolar, onde tudo ali é enfadonho e artificial. Tudo se resume à testagem (Moreira, 2021), onde a aprovação e a seleção imperam como motivação.

² Popper inicialmente usa o termo *terceiro mundo*, mas modifica em discussões posteriores para *Mundo 3* para evitar alusões à típica classificação de desenvolvimento econômico dos países. Em uma categorização não-literal e não-exclusiva inspirada em discussões filosóficas que remontam ao menos até Platão, Popper chama de Mundo 1 o mundo das coisas materiais, dos objetos em si, e de Mundo 2 o mundo das nossas percepções subjetivas e disposições mentais (Popper, 1975).

³ As simplificações matemáticas de sistemas físicos, por exemplo, podem representar um saber melhor adaptado à estrutura cognitiva do estudante, de modo que, mesmo havendo decréscimos, seja possível apresentar algum conceito de modo suficiente.

Desde que entram na educação básica os alunos começam a ser treinados para dar respostas corretas nas provas. Passar doze anos preparando alunos para provas é um absurdo, mas é comum na cultura do ensino para a testagem (Moreira, 2021, p. 1).

E ensino para a testagem é aprendizagem mecânica (Moreira, 2012), da qual sabemos os resultados: uma memorização de pouco significado que acaba por desaparecer da mente do estudante tão rápido quanto aparentemente tinha sido memorizada. Sim, o estudante passa de ano. Sim, é aprovado na universidade⁴. Mas ele não aprendeu física, ele não sabe realmente o que acha que sabe ao manipular matematicamente algumas grandezas e enunciar alguns conceitos (quando é o caso). Ele memorizou mecanicamente alguns saberes desconexos cujos significados importam pouco, afinal o objetivo é lembrar das regrinhas mnemônicas a tempo de fazer a avaliação escrita antes que tudo descambe para reminiscências inúteis.

Em uma escola particular, com franquia nacional, vemos provas semanais no “estilo ENEM” sendo aplicadas periodicamente já no segundo ciclo do ensino fundamental (!). Os livros didáticos são apostilas estanques organizadas de modo que os professores tenham um cronograma rigoroso, sendo não raro o acompanhamento constante de algum supervisor para monitorar o andamento desse cronograma. As provas são um movimentado evento interno, com regime de congratulações aos melhores resultados. Esses alunos chegam no ensino médio já bem acostumados com as provas de seleção, que continuam intensivamente até os últimos dias de aula. Os alunos mais bem colocados nas seleções e vestibulares das melhores universidades são exibidos em outdoors na frente da escola, que se regozija por sua posição geral no ENEM⁵. Estamos nos referindo a um caso concreto de nosso conhecimento, mas provavelmente o professor que nos lê conhece outros. Isso tem sido a regra, não a exceção.

Talvez contrariamente ao que o leitor poderia esperar, não consideramos que essa escola seja necessariamente o problema. Afinal ela se adaptou a uma cultura. A marcha forçada está em movimento há tempos, e a escola aprendeu com maestria as regras do jogo: colocar os filhos de pais alheios a esses problemas na universidade. E ela faz isso muito bem. Claro, também não a colocamos como vítima. Diversos profissionais da educação atuam ali e colaboram para manter o *zeitgeist*. O problema, estrutural e complexo, passa por todas as instâncias da noosfera. Devemos, sim, colocar-nos em frentes decisórias e de influências várias que busquem a modificação desse sistema artificial confundido com educação, mas cada professor pode também fazer algo a respeito em sala de aula. Pensamos que é possível, ao menos, minimizar a artificialidade a que fomos tomados nas escolas.

⁴ E na universidade manterá o esquema básico, mobilizando um tipo estranho de conhecimento, “[...] através de fórmulas; não questionam sobre a validade destas fórmulas; e não apresentam interesse pelo aprendizado, pretendendo apenas obter rapidamente um diploma universitário” (Cruz; Silva, 2009, p. 19).

⁵ Aproveitamos para deixar aqui uma hipótese atraente. Uma hipótese associada à nossa experiência de mais de vinte anos na educação, e que advém tanto de nossas vivências imediatas quanto das diversas trocas com muitos colegas ao longo desse tempo. Alguns colegas até poderiam considerar como constatação, mas preferimos manter como hipótese: essas escolas, bem colocadas no ENEM, não adquirem esse resultado em função do que permitem ao aluno aprender, de fato. O que acontece é que elas atuam de modo a constituir um ambiente de alto grau de instrução mecânica programada, ao mesmo tempo em que estabelecem um efeito de filtro: os alunos que não conseguem manter a rotina intensiva de marcha simplesmente se excluem (ou são excluídos?) do sistema da escola, que vai naturalmente filtrando seus estudantes de modo que somente os resistentes a esse sistema cheguem até o final. E muitos só conseguem porque possuem diversos acompanhamentos externos, entre professores particulares e consultas profissionais diversas possibilitados pela classe econômica habitual (com exceções, claro) dos pais que procuram essas escolas. E para esses pais o acordo é, por vezes, tácito: prepare meu filho para ser aprovado numa universidade, e seu aprendizado pode ser substituído por sua habilidade de fazer provas (isso nos casos onde se distingue uma coisa da outra – aprendizado e fazer provas). Os insucessos são naturalmente excluídos do sistema, enquanto os resilientes que chegam ao final são usados como exemplo de sucesso de seu *sistema de ensino*. E assim a cultura se mantém, quase que definindo o que é ser uma boa escola: aquela que aprova nos vestibulares.

Se por um lado escolas elitistas perderam (se algum dia já tiveram) proximidade com o Mundo 3 popperiano para se concentrar exclusivamente na testagem, tornando tudo um desafio de paciência para o estudante (que infelizmente aceita essa realidade por ser a única que conhece), as escolas com menos articulação para a testagem não estão propriamente em melhores condições, uma vez que costumam funcionar à deriva. Alunos com diversos problemas de formação básica, já resultado de um sistema escolar precário, e professores burocráticos que se baseiam em estereótipos da profissão, mobilizando caoticamente o que presenciaram em sua tortuosa formação desde crianças sujeitas aos mesmos problemas colocados aqui. Sim, tiveram discussões sobre a ensinagem em suas formações iniciais (ao menos os com formação em suas áreas de atuação), não temos dúvidas de que muitos em licenciaturas de qualidade. Mas levar o que (supostamente) aprenderam para a sala de aula é mais difícil do que *dar aula*, e a mesmice quotidiana de abrir o livro na página tal e fazer o exemplo tal, e colocar os alunos para fazer a lista tal para depois fazer a prova tal, acaba por se tornar a única realidade que muitos estudantes conhecem.

3 DERIVA INSTRUCIONAL

Um indivíduo da espécie *Homo sapiens sapiens* é biologicamente um ser apto a otimizar, com seu tempo de existência e experiências, a relação entre seus constructos mentais (interpretações, conceitos, hermenêutica, heurísticas) e os elementos de realidade a que está sujeito. Os fenômenos complexos de interação sujeito-objeto são estudados desde ao menos a Grécia antiga, mas gostamos de pensar que no século XX chegamos em entendimentos rigorosos sobre o aprendizado humano (Maturana; Varela, 1995). Fomos de posições epistemológicas ingênuas onde o conhecimento era (muitas vezes ainda o é) visto como uma imagem imediata da realidade, até uma posição sofisticada onde nossas ideias sobre a natureza são resultado de construções abstratas sujeitas a todo tipo de influências e relações que transcendem uma simples e suposta objetividade (Hessen, 2012).

Nesse ínterim, no contexto educacional, após passarmos por posições empiristas lockeanas e comportamentalistas skinnerianas, entre outros, mais recentemente passamos por uma epistemologia genética piagetiana, que focaliza as características de desenvolvimento próprias do indivíduo que aprende. Passamos também por uma epistemologia sociointeracionista vigotskiana (Palangana, 2015), que focaliza as relações de trocas informacionais e comportamentais entre os indivíduos de um grupo, chegando em um construtivismo mais abrangente onde ambas epistemologias, piagetianas e vigotskianas, somam-se a outras acepções para caracterizar o aprendizado como um fenômeno complexo entre o sujeito e seu entorno (Taille; Oliveira; Dantas, 2019).

Mas, por mais que esteja amplamente disseminada na noosfera escolar (e desconfiamos que o esteja mais de modo discursivo do que efetivamente pragmático), devemos ter certo cuidado com a epistemologia construtivista ou, melhor, com abordagens ingênuas dessa epistemologia no contexto do ensino de física. Hoje temos por consenso que o conhecimento é construído pelo sujeito que aprende, mas isso frequentemente tem incorrido na ideia de que os saberes não podem ser diretamente transmitidos aos alunos (verdadeiro), logo, o ensino deve propiciar a eles a construção dos conceitos (falso). Talvez essa questão da *transmissão versus construção* possa ser discutida diferentemente em outras áreas do conhecimento, mas, em se tratando de ensino de física, que responde a uma realidade independente do sujeito⁶, ganha contornos (que deveriam estar) bem definidos. O aluno certamente construirá significados para o que vivencia, mas não pode, não tem como, construir os conceitos científicos estudados por

⁶ Aos solipsistas, concordemos em discordar.

ele (Matthews, 2000; Laburú; Carvalho; Batista, 2001), mesmo que tudo seja construído por ele (!). Vejamos a questão um pouco mais de perto.

O aparente paradoxo advém da distinção entre os conceitos desenvolvidos pela comunidade científica e os conceitos construídos cognitivamente pelo aluno. Quando se diz que não podemos receber conhecimentos, afinal não somos uma tábula rasa ou um balde que possa ser preenchido, naturalmente significa que tudo o que ocorre cognitivamente em nossa mente é subjetivo, resultado de um processo cerebral que não atua por recepção e acúmulo (Maturana; Varela, 1995; Pinker, 1998). Esse processo construtivo, por sua vez, possibilita ao sujeito verificar se a construção decorrente é de valia para interpretar a realidade ou conceito abstrato a ser compreendido. Efetivamente, não existe um ente físico a entrar em nossa cabeça para formar, ali, um conhecimento por acúmulo, que vai do sujeito emissor ao sujeito foco da emissão. O que nos chega são perturbações de um meio material, que são interpretadas a partir de impressões sensoriais. Qualquer significado só pode ser construído cognitivamente a partir daí.

Só que o sujeito cognoscente possui uma estrutura bastante adaptada a essa construção, do que é possível, juntamente aos *significandos* (os signos/símbolos que são interpretados a partir do que já se sabe anteriormente), construir também significados bastante correlacionados ao que se queria supostamente transmitir. “Podemos dizer que a função argumentativa da linguagem criou o que é talvez o mais poderoso instrumento de adaptação biológica que já apareceu no curso da evolução orgânica” (Popper, 1975, p. 217). É assim que é possível aprendermos o significado de uma palavra nunca antes conhecida, apenas com os signos, as palavras pronunciadas pelo sujeito emissor, desde que com uma boa escolha de palavras. É de um pessimismo atroz imaginar que essa construção se dê às cegas, sem nenhuma correlação com o que de fato se pretendia emitir. Claro, se o conjunto de símbolos e significados forem muito diferentes entre o sujeito emissor e o sujeito foco da emissão, será mais difícil haver o entendimento mútuo, mas o processo continua a possibilitar um entendimento otimizável com o tempo. É assim também que o Mundo 3 possibilita a reconstrução de um saber, do contrário bibliotecas seriam inúteis e jamais seria possível aprender coisa alguma com um livro (Popper, 1975; Matthews, 2000).

Assim, tudo é construção subjetiva, o que não significa que o resultado não possa estar altamente correlacionado ao que se propunha construir, da mesma forma que a ciência é construção, é invenção, o que não significa que não possa estar altamente correlacionada à natureza que se pretende conhecer. Mesmo Einstein já tinha sugerido que “[...] a ciência não pode se desenvolver apenas a partir do empirismo; nas construções da ciência, precisamos da invenção livre, que só a posteriori pode ser confrontada com a experiência para se conhecer sua utilidade” (Einstein, citado em Pais, 1995, p. 14). Entrementes, o que se propunha construir pode ser resultado de um imenso tempo de construção por uma comunidade (os cientistas, no nosso caso), de modo que o sujeito não conseguirá o mesmo durante seu tempo escolar de aprendizado.

O Mundo 3 foi sendo construído por discontinuidades nas teorias científicas, com as ideias, em franco confronto tanto com a natureza quanto com elas mesmas, consubstanciando-se durante séculos de embate intelectual de muitos pensadores ao longo da história. Os conceitos científicos inventados pelos cientistas com muito trabalho foram sendo selecionados em função de seus sucessos explicativos e preditivos (Lakatos, 1979) em relação aos fenômenos naturais e o que pode ser extrapolado a partir deles (um transistor não é propriamente algo natural, mas dos fenômenos naturais subjacentes decorre sua idealização). Muitas décadas ou mesmo séculos foram necessários para o estabelecimento de leis e teorias que organizam e significam esses conceitos científicos, e por isso é ingênuo supor que o estudante, em sala de aula, possa construir

ou reconstruir muitos dos conceitos apresentados pelo professor (Laburú; Carvalho; Batista, 2001).

Nós empurramos um objeto e recebemos vários estímulos sensoriais. Porém, nenhum deles se converte nas ideias de “pressão”, “elasticidade”, “força” e “esforço” ou “tensão”, até que tenhamos aprendido tais palavras e como elas são definidas. Definições (significados) não são construídos pelo indivíduo, elas são aprendidas por ele. Os significados são de domínio público [Mundo 3], eles precisam ser enculturados (Matthews, 2000, p. 279).

Em síntese, aqui está a fonte do aparente paradoxo: o aluno constrói suas impressões a respeito do que se está estudando, mas não tem como chegar, por si, nos conceitos nucleares estudados, posto que estes fazem parte de uma cultura que a ele transcende. E a menos que estejamos num grau ontológico altamente incipiente de acharmos que esses saberes se encontram objetivamente na natureza, é claro que devemos ser críticos com alegações, por vezes típicas no contexto do ensino de ciências, de que o aluno deve *descobrir* por si os fenômenos estudados.

Mas então não é só apresentar os conceitos ao aluno? Não. Claro que não. As leis e teorias científicas representam mecanismos explicativos que frequentemente entram em confronto direto com que o aluno já se acostumou a pensar sobre diversos aspectos da natureza. Suas concepções prévias possuem uma valia. Sua noção (cientificamente errada) de que movimentos só podem existir com aplicação de uma força, por exemplo, tem uma validade pois representa satisfatoriamente os fenômenos de seu cotidiano (Peduzzi; Zylbersztajn; Moreira, 1992). O mesmo valendo para a aceção incorreta de que objetos mais pesados chegam primeiro ao solo em relação a objetos mais leves, quando abandonados.

Então simplesmente apresentar o conceito científico esbarrará em conhecimentos prévios que podem ser verdadeiros obstáculos epistemológicos ao aprendizado (Bachelard, 2007). Aprender algo novo, assim, só pode ser feito às custas de um embate interno, onde o aluno possa perceber qual esquema explicativo lhe é mais satisfatório, o que já tinha sido discutido na epistemologia genética piagetiana (Piaget, 2010). Mas os conceitos não estarão sendo propriamente construídos. Eles estarão sendo enculturados⁷, o aluno será apresentado a conceitos do Mundo 3 e, com o empenho do professor, poderá perceber sua validade na explicação da realidade. E quanto melhor for o trabalho do professor, mais próximo o aluno estará de perceber como o conceito de *pressão*, por exemplo, é valioso para se compreender diversos fenômenos.

Reiterando, em momento algum poderá o aluno *chegar por si* no conceito de pressão, posto que o conceito não está na natureza e sim no Mundo 3⁸ (logo só pode ser enculturado). Aqui reside, inclusive, muitos desentendimentos por parte de quem trabalha com *ensino por descoberta ou investigação*: a investigação escolar pode ser um recurso valioso como metodologia ativa, e não temos dúvidas da importância de se colocar os alunos a participarem de pesquisas, observações, experimentações. Mas o que será efetivamente construído pelo estudante são significados para o que ele testemunha, sendo que os conceitos a serem discutidos por intermédio do professor não podem ser simplesmente obtidos pela observação da natureza, do mesmo modo que não encontraremos uma lei ou teoria embaixo de uma pedra⁹.

⁷ Atenção à distinção anterior. Naturalmente a enculturação também só pode ser construída, mas é uma construção de significados, que não se confunde com a construção do conceito pela comunidade científica.

⁸ O conceito não está na natureza, mas, claro, refere-se a elementos presentes nela. Não podemos confundir a essência abstrata das ideias e definições com um relativismo que não admite elementos de verdade, o que é simplesmente contraproducente para se entender a natureza (Arthur; Garcia, 2020).

⁹ Excluindo os casos de se encontrar um livro ou anotação embaixo da pedra.

Assim, é claro que não basta a apresentação do conceito. Ele tem que ser demonstrado, repetido, exercitado, confrontado com outras formas de entendimento, questionado em situações de alta correlação empírica para se perceber sua validade. Além de propiciar a enculturação do estudante nessas formas de entendimento, isso fornecerá a ele um contexto de maiores relações entre diferentes grandezas e conceitos que melhor significam o conceito estudado. Assim, o aluno não constrói o conceito, mas constrói relações e significados para melhor entendê-lo. E por isso o construtivismo, guardadas suas limitações (ou, melhor, suas versões ingênuas ou radicais), trouxe uma mudança de foco importante para o ensino: a de que existe um sujeito se esforçando para compreender, e por isso o professor e suas práticas devem possibilitar ao aluno fazer as relações necessárias para um aprendizado de fato. Isso já é um bom guia heurístico para construir qualquer prática, para se pensar qualquer metodologia. Mas ainda falta algo, talvez mais importante. Não basta melhorar a qualidade da marcha.

Em uma turma escolar temos indivíduos de *habitus* e estruturas mentais distintos. A simples variabilidade genética já resulta em sujeitos com um comportamento bastante elástico dentro do pool gênico da espécie (Dawkins, 2007, 2009), e isso, somado às diferentes vivências de cada um, produz uma heterogeneidade onde cada estudante é um sujeito complexo e único. Cada estudante encontra caminhos próprios para produzir significados em relação a todo o seu entorno, incluindo os saberes que o professor quer que ele apreenda. E cada um construirá (guardadas as considerações anteriores sobre o construtivismo), de um modo ou de outro, seu conhecimento em um ambiente escolar. Não necessariamente devido à escola em si, mas devido à natureza biológica de cada um. Somos seres que aprendem. Em qualquer situação.

Mas não aprendemos necessariamente o que supostamente querem que aprendamos. O conhecimento não é um ente físico a ser transmitido simplesmente da cabeça do professor para a cabeça do estudante, todos sabemos (talvez). Diga o professor o que disser, faça ele o que fizer, o que chamamos de conhecimento é algo que invariavelmente será forjado pelo sujeito que aprende. Isso sequer pode ser controlado propriamente: nós não vivenciamos uma situação qualquer e decidimos não aprender coisa alguma (o que seria análogo a *desligar* o cérebro). Claro, o que podemos é escolher não prestar atenção em algumas coisas para aprender outras, e não propriamente relacionado à escola.

Mas pensando exclusivamente no ambiente escolar, em uma sala de aula, os estudantes sempre estarão aprendendo algo por sua condição humana. Entra e sai professor, entra e sai essa ou aquela metodologia, e os estudantes estão constantemente aprendendo e construindo significados para tudo o que acontece em sala. Para tudo o que ele vê e ouve. E como cada indivíduo tem sua própria história, biologicamente e habitualmente (relativo ao seu *habitus*), cada um pode aprender algo mais ou menos correlacionado ao que o professor está tentando fazer que ele aprenda, e com diferentes facilidades (ou dificuldades) de aprendizado (Gardner, 1994). Há aqueles que aprenderão significativamente algo bem próximo do que o professor objetiva, há aqueles que aprenderão significativamente algo distante disso¹⁰ e outros que estarão em algum lugar entre esses. E há mesmo aqueles que aprenderão muito pouco ou quase nada de modo significativo. Diversos níveis de aprendizado, diversos graus de interesse e significância. Uma *deriva instrucional*.

Adaptamos esse termo a partir da noção de *deriva natural* de Maturana e Varela (1995), que se refere ao processo de variabilidade genética, mutação e adaptação associado ao que se conhece mais comumente como evolução das espécies. A deriva natural pode inclusive ser um termo mais adequado para se referir à evolução, pois pode minimizar uma interpretação de

¹⁰ Aprender significativamente não significa necessariamente aprender o correto (ou o mais aceito cientificamente). Concepções alternativas pessoais do aluno geralmente são aprendizagens significativas, e justamente por isso são resistentes à mudança (Moreira, 2012).

escada, de aperfeiçoamento teleológico. À semelhança da deriva natural, que implica em mudanças aleatórias e adaptações correlatas sem uma entidade ou propósito guiando o processo, a deriva instrucional implica numa variabilidade de aprendizados sem haver propriamente uma convergência para o que o professor pretende. E se a deriva natural incorre na sobrevivência das espécies mais adaptadas ao seu ambiente, a deriva instrucional também pode favorecer alguns alunos frente aos demais. Mas o terá feito por deriva, e nosso foco aqui obviamente se opõe frontalmente a um darwinismo social. Nós temos uma cultura, um conhecimento e uma racionalidade que nos permite não estarmos sujeitos, simplesmente, à deriva. Fosse para deixar os alunos à sua própria sorte estatística de adaptabilidade, e escolas não deveriam existir. Não, é claro que a escola não serve para isso. A escola deve ser o lugar onde os sujeitos possam se desenvolver, ainda que cada um em relação às suas potencialidades. Idealmente todos, e não apenas uns e outros. Logo, a analogia da deriva só se aplica enquanto processo estocástico, e o que desejamos é justamente modificar o processo de modo a favorecer o aprendizado de todos os alunos.

Assim, independentemente da qualidade das aulas de um dado professor (entendendo qualidade aqui como o empenho para que os alunos aprendam), alguns alunos aprenderão, isto é, demonstrarão mobilizar os saberes conforme o esperado pelo professor. Inclusive, não é raro ouvirmos de um professor que ele está fazendo sua parte, afinal a Sofia, a Ana e o Rogério aprenderam, tiraram dez na prova. Mas eles teriam aprendido de qualquer forma. Aprenderam apesar do professor, e não devido a ele. E em alguns casos podemos mesmo aceitar que tenha ocorrido uma ressonância entre o que fez o professor e o que algum aluno efetivamente entendeu, no sentido de haver propriamente uma relação causal positiva no entendimento do estudante. Mas ao invés de uma ressonância ao acaso, naturalmente queremos ultrapassar a deriva instrucional, fazendo com que o aprendizado possa ocorrer idealmente com todos os estudantes.

Façamos nossa escolha: queremos ser *dadores de aula*, ou queremos ser professores que mobilizam minimamente o que descobrimos no último século sobre os fenômenos da ensinagem, ou, mais especificamente, sobre o ensino de física? Sendo a escolha pela segunda opção, podemos avançar uma casa e continuar na próxima seção. Naturalmente nosso foco não será propriamente na apresentação de metodologias, e sim numa discussão de ordem mais epistemológica que possa orientar o professor a respeito de quais elementos são potencialmente mais relevantes no processo. Seja qual for a metodologia. Francamente, propomos que existe outro elemento a se investir, além das metodologias.

4 DIMINUINDO A MARCHA FORÇADA

Naturalmente não existe uma metodologia infalível, posto que somos indivíduos diferentes com histórias diferentes. Mas é claro que isso não é antagônico a sempre continuarmos a buscar estratégias e metodologias para otimizar a ensinagem, para que o aprendizado escolar ultrapasse a deriva instrucional. Pensamos que são os pressupostos teóricos subjacentes a uma dada prática que caracterizam uma metodologia, sem os quais teremos apenas deriva prática. Assim como a deriva instrucional para com a aprendizagem, a deriva prática implica em invencionices várias por parte do professor, que até podem funcionar para algum aluno. Mas o terá pela heterogeneidade da turma, onde qualquer coisa que o professor fizer pode resultar ou não numa ressonância entre o que ele faz e o que entende algum aluno. Numa turma de 40 alunos, mesmo com uma invencionice arbitrária do professor, estatisticamente alguma ressonância é esperada (afinal até mesmo um relógio quebrado está certo duas vezes ao dia). Mas, na média, impera a deriva.

É com estratégias fundamentadas que podemos falar em metodologias propriamente, onde diferentes práticas possíveis compartilham alguns pressupostos. Quando falamos em metodologias ativas, por exemplo, podemos nos referir a inúmeras práticas diferentes, que se utilizam de diversos recursos, materiais, estratégias, atividades. Mas em se tratando de metodologia ativa, todas elas terão algum princípio que as une. Neste caso, o princípio de que o aluno seja colocado numa posição mais ativa frente ao seu aprendizado, de modo a otimizar o mesmo (Lovato *et al.*, 2018). É assim que poderíamos também falar em metodologias skinnerianas, behavioristas, baseadas em elementos comportamentais do indivíduo que (supostamente) aprende, por meio de estímulos que reforçam positiva ou negativamente esse aprendizado (Carrara, 2004). Mas as práticas que podem ser aventadas para se trabalhar uma ou outra metodologia só são limitadas pela criatividade do professor.

Adotar uma metodologia é, a princípio, uma forma de organizar a prática de modo a se ter objetivos claros, o que pode otimizar a avaliação do processo de ensino pelo próprio professor. É uma forma de diminuir a deriva instrucional. Mas ao professor crítico existem elementos a se atentar. Diferentes metodologias podem resultar, ao aluno, nas mesmíssimas atividades, só diferenciadas na cabeça do professor partidário de uma ou outra. Um júri simulado, por exemplo, pode ser articulado pelo professor visando uma heurística assentada no behaviorismo, no construtivismo piagetiano ou na aprendizagem significativa crítica (Damásio; Peduzzi, 2018), e para o aluno não terá feito muita diferença. Obviamente que ao professor sim, uma vez que tudo é prego para quem tem um martelo nas mãos. E, assim como em um debate os dois lados saem fortalecidos, cada proponente de uma metodologia enxergará sucessos correlacionados às suas propostas¹¹ (do contrário provavelmente não seria proponente da mesma).

Se o aluno foi colocado numa posição de maior atividade em relação ao seu aprendizado, independentemente da metodologia, já estará em melhores condições para aprender algo de modo mais significativo. A aprendizagem mecânica, típica do cotidiano escolar, com a rotina básica de se transpor os exemplos do livro para a lousa e da lousa para o caderno do aluno (geralmente *morrendo* aí, sem que efetivamente seja articulado significativamente na mente do estudante), é facilmente perturbada justamente por sua característica de mesmice. Basta levar os alunos para fazer exercícios de matemática na quadra esportiva da escola e já teremos uma modificação da mesmice. Curiosamente, e justamente por modificar o cotidiano enfadonho do aluno, é que muitas práticas costumam ser avaliadas positivamente pelo professor, afinal os alunos *demonstraram uma boa receptividade à proposta*, como se costuma dizer. Claro, quase qualquer coisa que resgate o aluno de seu martírio em sala de aula será bem recebida. E principalmente se isso vier de um professor enfadonho, afinal ele próprio é parte do martírio. E assim as aulas de exercício na quadra são um ganho, de todo modo.

Mas nosso foco aqui é outro. Não temos dúvidas de que metodologias que coloquem o aluno para participar mais ativamente de suas construções são cada vez mais essenciais para ressignificarmos o trabalho escolar de modo a diminuirmos a marcha forçada. O que defendemos aqui é que estaremos em melhores condições de conseguir isso se atentarmos também ao tipo de professor que queremos ser. Não apenas em relação ao que fazemos, mas em relação ao que somos aos olhos do aluno. Queremos ser, e tão somente, mediadores das práticas (e podemos obter algum sucesso com isso), que apenas gerenciam a instrução (e nada contra quem assim o deseja ser), ou queremos também ser o centro de motivação que traga aos estudantes razões para quererem aprender? Não consideramos que exista uma resposta certa

¹¹ Sim, o leitor pode fazer a mesma observação em relação ao que será sugerido por nós, mas esperamos que com o discernimento de que não propomos exatamente uma metodologia, e, sim, considerações epistemológicas mais subjacentes e que podem ser articuladas com qualquer metodologia.

para a questão. Apenas, caso os colegas professores pensem que fomentar o interesse dos estudantes seja também um elemento importante para seu aprendizado, é que tecemos as considerações a seguir.

Numa cultura onde a marcha forçada escolar é inexorável, o interesse do aluno não é propriamente algo compulsório. Talvez esse desejo, o interesse do aluno, seja de todos os professores (temos dúvidas a esse respeito), com todas as disciplinas escolares. Mas por estarmos aqui no contexto do ensino de física, que representa a essência do Mundo 3 popperiano em relação ao que descobrimos sobre o mundo, a realidade, o universo, essência essa possibilitada pela natureza ao mesmo tempo curiosa e crítica do perscrutador, é que consideramos que essa natureza de curiosidade sincera deva ser o foco central da atividade do professor. Consideramos mesmo que isso é mais importante que o aprendizado dos resultados da ciência, à semelhança da colocação de Carl Sagan de que a forma de pensar da ciência “[...] é muito mais importante do que as descobertas dela” (Sagan, 1996, p. 29).

Apenas atuar como um gerenciador instrucional, ou intermediador, pode até representar um avanço em relação a metodologias antiquadas de conteudismo sem significância ao aluno, mas em se tratando de promover o pensamento científico junto ao estudante, pensamos que o incentivo que o professor pode fornecer a ele é mais determinante do que as práticas que podem ser engendradas em sala. “Está na pessoa do professor ou professora, mais do que qualquer objeto ou tipo de recurso, o centro maior da motivação dos alunos” (Laburú, 2006, p. 401).

Evidentemente, aprender os resultados da ciência é necessário. Mas insuficiente. Se não conseguirmos levar o aluno de física a compreender criticamente os resultados da ciência e, talvez principalmente, os processos de construção dos conhecimentos da ciência, seus modos de pensar, seus modos de proceder, de pouco servirão os resultados supostamente aprendidos. O Mundo 3, sozinho, não pode significar nada porque os significados estão nos sujeitos, não nas coisas. Mesmo Popper argumentando que esse Mundo 3 pode possuir uma existência objetiva (Popper, 1975), os resultados da ciência somente se consubstanciam em significado quando alguém está apto a compreendê-los. E pensamos que isso só pode ser feito plenamente por meio de discussões sobre o próprio processo de construção do Mundo 3, ou seja, as formas de proceder da ciência.

O professor que se limita ao ensino para a testagem, centrado unicamente nos resultados da ciência, também limita o estudante a arremedos do Mundo 3, sem uma história que os signifiquem. É aprender biologia sem evolução, física sem leis e princípios unificadores. É colecionar conceitos desconexos ao invés de aprender ciência. Para efetivamente adentrar esse Mundo 3, o aluno precisa, além de tempo para olhar para os lados, enxergar razões para isso e ser guiado por alguém que conheça esse mundo. O professor deve então conhecer esse mundo e propiciar ao estudante o incentivo para querer nele entrar. E da mesma forma que um guia turístico enfadonho pode diminuir a experiência da viagem, o professor preocupado apenas com a metodologia poderá oferecer ao aluno poucas razões para aprender.

O professor está na melhor posição para buscar o interesse genuíno do aluno, para que compartilhe do mesmo interesse dos cientistas que chegaram nos conhecimentos apresentados a ele¹². Em suma, consideramos que a predisposição para o aprendizado deva pautar precipuamente a prática do professor. Enfatizamos que:

[...] uma metodologia de trabalho, aplicada em sala de aula, por melhor que seja, não garantirá, por si só, a aprendizagem. Ela deverá ser acompanhada pela competência do professor e pela consciência e vontade do aluno em querer aprender. Em tal

¹² E isso de modo algum significa resumir o aluno a um *cientista mirim*, justamente posto que há um processo de enculturação em um contexto educacional onde despertar a curiosidade é um dentre diversos outros elementos, conforme estamos discorrendo.

perspectiva, o elemento motivação é fundamental neste processo, cabendo ao professor a tarefa de oferecer ao aluno condições favoráveis e necessárias para seu desenvolvimento e para um bom desempenho (Bonadiman; Nonenmacher, 2007, p. 219).

Importante enfatizar que motivação não é, *per si*, o que determina a predisposição para o aprendizado, mas compõe parte importante dessa. No contexto da Teoria da Aprendizagem Significativa, por exemplo, a predisposição para o aprendizado, componente requisito para o aluno aprender, envolve as características iniciais do indivíduo em relação às suas capacidades de entendimento do novo conhecimento, o que implica em haver subsunçores para tal. Esses subsunçores são justamente os conhecimentos que podem servir de apoio, ancoragem, para que o novo conhecimento possa se articular numa estrutura cognitiva anterior (Moreira, 2021).

A ideia básica é que para aprender significativamente determinado conhecimento o aprendiz deve manifestar uma disposição para relacionar, de maneira substantiva e não arbitrária, o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva (Moreira, 2021, p. 4).

Junto aos elementos de ancoragem na estrutura mental do aluno, defendemos que seu interesse pelo conteúdo e discussões trazidas pelo professor, juntamente às discussões com seus colegas em atividades diversas, seja um dos principais (se não o principal!) fatores a guiar a meta-aula do docente. Não vemos como diminuir sua importância no processo de ensino, caso nossa intenção seja realmente diminuir a marcha forçada escolar. Poderíamos falar mesmo em romper a marcha, mas isso implicaria naquelas mudanças culturais que ultrapassam as paredes da sala escolar, das quais o professor não pode fazer muito sozinho. Mas defendemos que algo sempre pode ser feito em sala para diminuir os impactos deletérios da marcha forçada. E centrar na motivação, mais do que qualquer metodologia, é imprescindível caso nosso propósito seja produzir a predisposição para o aprendizado.

Junto à necessidade de que o aluno adquira ou construa os conceitos científicos corretamente, está a exigência de despertar o interesse para aprender esses conceitos. Se não existir interesse, a estrutura afetiva se torna desfavorável e, do ponto de vista da motivação, há perda na qualidade acadêmica por falta de envolvimento do aprendiz (Laburú, 2006, p. 388).

Ao professor realmente desejoso em fazer uma diferença para o estudante, produzindo um impacto que ultrapasse o simples gerenciamento instrucional, a motivação possibilitada pela maneira com que o professor age e pelo o que traz para as conversas é fundamental para se estabelecer um ambiente favorável ao aprendizado. “Este é provavelmente o maior desafio do ensino da Física: o interesse. Como despertar nos alunos o interesse pela Física?” (Moreira, 2021, p. 5). Mas, sem querer discordar do desafio proposto, não deveria ser difícil despertar o interesse dos alunos nas aulas de física. A física enquanto área de conhecimento naturalmente desperta o interesse das pessoas há séculos, muito tempo antes de a chamarmos assim. A filosofia natural remonta ao menos até os filósofos pré-socráticos, por volta do séc. VI AEC, e atualmente a física representa uma das áreas de especialização dessa curiosidade intrínseca (ainda que não onipresente) ao *Homo sapiens sapiens*. E por mais que a escola degrade progressivamente essa curiosidade ao longo de anos de instrução forçada, é fácil constatar como o jovem estudante que inicialmente se depara com ela na escola carrega, naturalmente, um interesse pela área.

Então como justificar a fala de Moreira, acima? Já sugerimos anteriormente como o professor é parte de um sistema que a ele transcende. Mas é a ele, enquanto coletividade, o

professor médio, que recai a justificação. Despertar o interesse do aluno é um desafio porque esse mesmo interesse é coagido (não raro extirpado) pela marcha escolar. E o professor adaptado à marcha e indiferente à motivação do aluno é o sujeito mais deletério ao seu aprendizado. Não é por causa do cardápio da cantina que muitos alunos não gostam de física. Não é por causa das más condições da estrutura da escola (embora certamente isso possa piorar o problema). O aluno que levanta a mão quando o professor pergunta quem gosta de física é uma perturbadora exceção que confirma a regra: a física escolar, de modo geral, é um desserviço à educação científica. A física escolar afasta o aluno do pensamento científico, o afasta de querer aprender do que se tratam todas essas equações intimidadoras, o afasta de querer trilhar o que deveria ser uma das maiores aventuras humanas, como insistia Feynman (Feynman; Leighton; Sands, 1965). Claro, não a física escolar em si, mas a física escolar conduzida por um professor indiferente.

O aluno que não gosta de física infelizmente não teve oportunidade de saber o que é física para além das definições que não dizem nada a ele, das regrinhas que só descaracterizam a área de conhecimento, das equações que são confundidas com saber física, dos exercícios vários que só resultam em ansiedade, ódio e estafa. O professor não pode esperar por panaceias para começar a se incomodar sinceramente com a situação e fazer o que está ao seu alcance para mitigar a marcha. É óbvio que a realidade escolar possui diversos problemas. Mas a realidade do aluno é bastante determinada pelo tipo de professor que está com ele durante as horas difíceis de sala de aula. É uma questão de tempo efetivo de classe. A maior parte das mazelas da escola chegam, aos olhos do aluno, por meio do professor. A negligência com a profissão docente chega ao aluno por meio do professor. Políticas públicas educacionais deficitárias se traduzem, ao aluno, por meio do professor.

Assim, voltemo-nos para ao que efetivamente pode o professor fazer para perturbar a marcha forçada. Justamente pelo desafio posto, consideremos inicialmente uma das situações mais engessadas de trabalho do professor: a de estar atuando em um *sistema de ensino* baseado em apostila programática (ou portal de conteúdos) e, não raro, supervisão de cumprimento desse cronograma. O professor desse sistema frequentemente se queixa de que não é possível implementar quase nenhuma metodologia que não seja a de reprodução do sistema via rotina básica de exposição, exemplos e exercícios. Não tiramos a razão do professor, afinal realmente o sistema limitará o que pode ser feito. Haverá pouco tempo para atividades de discussão em pequenos grupos e apresentações de *sala de aula invertida*, *ensino sob medida*, *instrução pelos colegas* (Stuart, 2019). A marcha não será rompida.

Mas o professor pode, ainda assim, fazer a diferença. O professor pode valorizar (mais) sua exposição dialógica. Investir em sua capacidade de prender a atenção dos alunos. Fazer perguntas desafiadoras, contextualizar historicamente o assunto, empurrar a cadeira com os pés para falar de inércia, soltar a apostila do alto da carteira para falar sobre queda livre. Ser ativo e produzir a atividade. Ir do experimento à lousa, da lousa ao experimento, diversas vezes. Não se limitar a produzir um apelo à satisfação de baixo nível:

A característica de uma atividade sustentada na dimensão do interesse por apelo à satisfação de baixo nível pretende instigar a motivação recorrendo ao bizarro, ao chocante, ao lúdico, à magia, à fantasia e, essencialmente, atua na esfera da gratificação sensorial (Laburú, 2006, p. 395).

As experiências realizadas nesse contexto são falsas fontes de interesse. Por vezes podem ter uma função em feiras de ciências e mesmo em atividades escolares para se introduzir algum assunto, mas as memórias do aluno associadas a essas demonstrações serão apenas reminiscências com praticamente nenhum aprendizado. Enfatizamos que experimentos e

demonstrações são importantes, e que o professor deve primar pelo incentivo à curiosidade. Sim, mas não podemos confundir educação científica com simples entretenimento. O verdadeiro incentivo virá de situações que promovam um apelo à satisfação de alto nível, onde a situação prática está operando também no nível cognitivo do aluno, possibilitando-o fazer as associações para um aprendizado de fato. “Ao atuar em nível cognitivo o desafio, agora, volta-se para o processo de construção de representações necessárias para levar a cabo uma tarefa, visando dominá-la, com o propósito de compreendê-la e resolvê-la” (Laburú, 2006, p. 396). Então sim, podemos implodir (de modo seguro) alguma coisa, fazer o tornassol mudar de cor, arremessar algo, promover alguma descarga elétrica, fazer todo o tipo de demonstração possível. Mas não nos esqueçamos do que queremos: “[...] a aprendizagem de qualidade é o resultado da sinergia entre motivação e cognição” (Laburú, 2006, p. 388).

Não há tempo para contextualizações históricas? Sim, há. Conhecemos essa situação, temos experiência nesse ambiente, não falamos de nenhuma posição alheia às diferentes realidades escolares. A lacuna da argumentação da falta de tempo recai frequentemente na má compreensão do uso de metodologias várias no cotidiano escolar. No caso de uma contextualização histórica, por exemplo, a ideia é não apenas mostrar que existem problemas históricos que levaram àquele conceito, àquela lei, àquela teoria, mas também permitir, com isso, a criação de um contexto que justifica e aumenta as relações conceituais que produzem uma apreensão do que se está discutindo. Isso também ajuda no período de incubação psicológica (Wallas, 1926) para haver um tempo de acomodação do tema na mente do estudante. Ainda:

A aprendizagem significativa não é abrupta, é progressiva, os conhecimentos vão sendo adquiridos, progressivamente, com significados aceitos no contexto da matéria de ensino. O problema dessa progressividade é que no ensino para a testagem ela praticamente não ocorre, a aprendizagem fica muito próxima da mecânica e longe da significativa (Moreira, 2021, p. 3).

Logo, a abordagem histórica é uma forma natural de possibilitar algo mais que memorização mecânica, justamente por permitir relações que melhor significam o conteúdo estudado. E é essencial para se promover um entendimento da própria atividade científica (Sileira; Peduzzi, 2006; Moreira; Massoni; Ostermann, 2007; Forato; Pietrocola; Martins, 2011; Arthury, 2020). E somente o professor que ainda não teve a oportunidade de conversar animadamente com uma turma a respeito de algum episódio importante do desenvolvimento da física pode pensar que isso seja algo dispensável. A atenção genuína que se consegue da turma, além de se promover o pensamento científico, ainda produz o efeito adverso de se colocar o estudante numa posição mais favorável ao aprendizado. A atenção sincera do aluno é condição basilar para sua aprendizagem, e os esforços do professor nesse sentido deveriam estar à frente de tudo o que faz em suas práticas. Quando se consegue este estado de atenção do aluno, consegue-se em decorrência o que qualquer metodologia tem por objetivo. Como provocou Richard Feynman, “[...] as forças da instrução são de pouquíssima eficácia exceto naquelas felizes circunstâncias em que são praticamente supérfluas” (Feynman; Leighton; Sands, 1965, p. 21-19).

Compadecemos com o professor que coloca o problema de tempo. Mas isso não deveria implicar na desistência da obtenção da atenção sincera do aluno. Não é possível se tratar questões históricas e epistemológicas durante todo o tempo? Então que escolhamos bons momentos para isso. Façamos isso na introdução de temas capitais da física! O empenho em se contextualizar adequadamente o assunto, *perdendo* tempo em relação ao ritmo habitual, talvez possa ser compensado nos exercícios subsequentes, onde o aluno pode estar em melhores condições para articular o que foi melhor entendido com o trabalho inicial do professor. Isso

vale para qualquer metodologia. Não dá tempo para ficar separando e reagrupando a turma? Façamos isso em alguns momentos. Se está difícil manter práticas ativas quaisquer, chame atenção para si. Aproprie-se de um discurso apaixonado pela física. Os alunos provavelmente verão mais importância no tema se o professor transparecer que para ele é algo importante. O *brilho nos olhos* do professor é contagiante e pode ajudar a manter o Sol brilhando em sala (Freinet, 1985).

Escolas que não são adeptas de um *sistema de ensino* estão em melhores condições para promover as modificações factíveis por parte do professor, o que não significa que os desafios sejam menores. São diferentes. Se por um lado escolas elitistas de instrução intensiva dão pouca liberdade para a atuação do professor, escolas mais livres costumam ter sérios problemas de aproveitamento¹³ por parte dos alunos, resultado de um sistema precário no meio de políticas públicas caóticas com causas complexas, econômicas e culturais. Mas a boa educação deve ser para todos. Por mais que tenhamos trazido essas distinções entre escolas, só o fazemos para contrapor colocações que surgem em diferentes instituições. Tudo o que propomos, o fazemos para todos os colegas, em todas as possíveis realidades de trabalho. E, claro, cada professor avalie o que é possível de ser feito em seu contexto. Mas que o faça. Pensamos que a forma mais imediata de se escapar da deriva instrucional é justamente primar pela motivação nas aulas, fazendo os alunos terem sua atenção dirigida pelo único personagem capaz de cristalizar sua curiosidade sincera: o professor.

Ao conseguir a atenção genuína dos alunos, a próxima etapa para se fugir da deriva instrucional é adentrar com eles no Mundo 3 com os cuidados comentados: os alunos já têm concepções (ou arremedos de) na cabeça que precisam ser confrontadas com o território desconhecido. Eles não irão construir sozinhos os conceitos novos que a viagem lhes oferece, mas a companhia do professor atento e ciente de todas essas questões possibilitará que ele construa significados e relações adequadas para o que aprende. E, a partir da provocação de Feynman acima, afirmamos que as duas etapas podem muito bem ser uma só, uma vez que se retroalimentam: motivação e cognição. Interesse genuíno e aprendizado. E a física é pródiga nisso. Como provocou o professor Walter Lewin, do MIT, professores que fazem a física parecer chata são criminosos (Lewin; Goldstein, 2011).

Antes de finalizarmos e apontarmos um conjunto de assertivas que sintetizam o discutido aqui, precisamos discorrer brevemente sobre duas ressalvas em relação às concepções prévias dos alunos. Mencionamos que essas concepções se constituem geralmente em aprendizagens significativas para o estudante, e por isso são resistentes à mudança. Isso é particularmente válido para as diversas concepções que surgem em decorrência da vivência imediata do aluno. Mas:

Ressalva 1: Naturalmente não precisamos atuar necessariamente com vista a modificar essas concepções, até mesmo porque diferentes concepções podem ser mobilizadas pelo aluno em diferentes contextos, de modo que o conhecimento científico não representa um saber a ser exclusivamente aceito, e, sim, um conhecimento à disposição entre outros possíveis (Mortimer, 1996). Bem, pelo menos essa é uma posição corrente e bem aceita na academia. Mas é uma posição que tem seus limites: vamos realmente considerar o conhecimento sobre vacinas, por exemplo, como *só mais um conhecimento* a ser mobilizado ao aluno frente a outros possíveis? Se o aluno vai efetivamente mobilizar uma ou outra concepção, é claro que dependerá de suas escolhas, em última instância. Mas o discurso do professor em sala será esse? O professor vai

¹³ Alunos de escolas elitistas também o têm. Mas isso costuma ser mascarado por sua habilidade já selecionada de fazer avaliações, de memorizar arremedos de conhecimento sem significado para ele. E no fim das contas, a sociedade considera essa habilidade como conhecimento, para descrédito de quem não a tem. Alunos de escolas mais vulneráveis ficam, portanto, em desvantagem, de qualquer forma.

discorrer sobre a questão como sendo só uma possibilidade de entendimento a respeito dos efeitos da vacina em nosso sistema imunológico? As credences várias que socialmente competem com vacinas e medicamentos consolidados serão colocadas em pé de igualdade ao que o professor traz em suas discussões? Fica a gosto do cliente? Curiosamente, inicialmente pensamos que sim. Todos os sujeitos são livres para pensarem o que quiserem, e a ciência não deveria ser imposta a ninguém. Nenhuma mudança conceitual deve ser promovida como um convencimento impositivo. Mas a questão é outra: é o discurso do professor! Ele não precisa vociferar: *mas você deve aceitar isso*. O professor precisa ser *apenas* um sujeito bem articulado em sua área, com conhecimento histórico, epistemológico, que mostre, por exemplo, os resultados claros de eficácia das vacinas em diversos contextos desde seu surgimento na história da ciência. Que mostre os processos básicos de pesquisa e as evidências acachapantes! Aqui está a verdadeira briga do professor. Na demonstração, no convencimento natural por meio das evidências (Arthur; Garcia, 2020), por meio da contundência daquilo que, geralmente, só por teimosia poderá ser relativizado.

Então sim, fica a gosto do cliente. Mas o gosto do cliente tende a acompanhar o professor competente. O conhecimento científico não se consubstancia meramente por arbitrariedades, e sua fantástica correlação empírica, inigualável por qualquer outra forma de entendimento, normalmente basta para que a deriva instrucional diminua a favor da convergência de significados. O que não significa que seja algo fácil e imediato de ser feito em sala. O professor sem os conhecimentos adequados para tal infelizmente não tem como ser o agente transformador que o aluno precisa para um convencimento natural, e por isso os esforços acadêmicos para com uma formação de qualidade devem sempre estar na ordem do dia.

O aluno também pode, em conversas sobre física moderna, por exemplo, adotar uma posição mística (devido a influências infelizes) onde o simples ato de observar modifica sistemas físicos, e o simples *pensamento positivo* pode atrair o que se deseja. Esse *misticismo quântico* está bem documentado (Pessoa Jr., 2010; Moura; Santos, 2017) e é facilmente alimentado por interpretações leigas da teoria quântica, inclusive aquelas a que o aluno pode ser levado a pensar em exposições desatentas sobre o tema. Novamente: o professor vai discorrer sobre a questão sem se preocupar com o que pode, de fato, ficar com o aluno? Não há nenhuma preocupação com o que, de fato, ficará com o aluno? Deixamos ao professor pensar na questão, particularmente em relação a todos os conhecimentos da física que representam formas de entendimento amplamente exitosas.

Repetimos e enfatizamos: o aluno escolherá (não necessariamente de modo consciente), em última instância, suas formas de entendimento. Mas o discurso do professor não atentará às possíveis distorções e entendimentos inadequados decorrentes de sua exposição? E se o professor não consegue demonstrar as razões de pensarmos como pensamos a respeito dos diversos temas da física, mesmo aqueles um tanto desafiadores como matéria escura e a própria expansão (ou não) do universo, é claro que dificilmente se poderá esperar que os alunos aceitem, simplesmente, o que é afirmado.

Vemos assim que ser professor exige mais do que dar aulas e, se o mesmo não possui uma formação sólida e um interesse natural por se manter aprendendo, tanto sobre física quanto sobre o desenvolvimento de suas áreas, sua história, sua epistemologia, será difícil ser um agente transformador para aluno, para além da transformação de sua curiosidade em ódio.

Ressalva 2: Enfatizamos anteriormente a importância de se confrontar as concepções dos alunos com os saberes científicos discutidos em sala. Mas isso não significa necessariamente sondar esses saberes junto ao estudante antes de todo e cada tópico discutido. O professor experiente e com uma boa formação já conhece a existência de compreensões inadequadas a respeito de diversos tópicos da física e já possui um conhecimento pedagógico do conteúdo (Shulman, 1986), ou seja, uma preocupação com todas as implicações

educacionais daquilo que ele conhece, usando-se efetivamente desse conhecimento¹⁴ para otimizar a aula. Isso já pode fazer com que sua exposição dialógica seja intrínseca e didaticamente pensada de modo a se evitar entendimentos inadequados. Cuidado, não queremos dizer com isso que qualquer conversa inicial com a turma seja subvalorizada. Pelo contrário! Mas esses momentos dialógicos podem assumir também outras funções, mais importantes. A própria constituição do contexto de conversa, juntamente com os cuidados a respeito da motivação do estudante, já justifica esse momento como bastante importante.

Ainda, se acharmos que só é possível avançar a partir do que o aluno já sabe, em uma interpretação incipiente de que seu entorno deve definir os conteúdos trabalhados, jamais o levaremos para setores do Mundo 3 bem distantes de seu entorno imediato. Novamente, não queremos dizer com isso que é possível simplesmente ir direto ao assunto sem se preocupar com contextualizações e com os subsunçores do aluno. O que chamamos atenção é para o enfrentamento dos organizadores prévios que ancorarão o novo conhecimento, particularmente nos casos onde se vai discutir conceitos bem distantes da natureza imediata ao redor do aluno. Buracos negros estão distantes desse imediato. Estrelas de nêutrons também. Idem para a expansão do universo, matéria e energia escura, e até mesmo entes que estão bem próximos do aluno em questão de distância, mas bem distantes em termos de observação imediata. É o caso de todas as partículas subatômicas e suas propriedades, por exemplo. A menos que se ache que esses saberes não são importantes, parece óbvio que precisamos discernir o que significa sondar as concepções dos alunos e o que significa partir de sua realidade imediata. Isso vale, de fato, para diversos tópicos da física, que realmente se referem à realidade imediata do aluno. Mas essa mesma física trata de fenômenos bem mais abrangentes do que a realidade imediata do aluno ou, ao menos, exige esforços, por parte do professor, para problematizar com significância até mesmo uma partícula subatômica ou a expansão do universo.

Em suma, os subsunçores podem ser procurados ou assumidos competentemente, no sentido de se mobilizar um conhecimento pedagógico do conteúdo, explorando suas potencialidades didáticas. O professor experiente já sabe que, ao falar inicialmente sobre ondas eletromagnéticas, por exemplo, é de bom tom resgatar os conceitos de ondas, de modo geral, para clarificar o que está ondulando de fato e as características dessa ondulação. Para falar sobre as leis da dinâmica, o professor pode explorar, claro, o que os alunos dirão a respeito de diferentes configurações de movimento, mas certamente explorará a concepção comum e inadequada de que movimentos só existem sob aplicação de uma força. Para falar sobre gravitação, o professor naturalmente pode mobilizar seus conhecimentos sobre essas mesmas concepções prévias associadas à queda de objetos de diferentes massas, por exemplo. Sempre que possível, fazer essas problematizações a partir da dialogicidade, naturalmente. Mas é ingênuo se achar que somente o retorno do aluno pode determinar metodologicamente a aula do professor, até mesmo porque, numa turma de 40 alunos, obviamente o professor não fará um discurso polissêmico que contemple cada possível subjetividade do aluno. A deriva instrucional já será diminuída com alguns exemplares, claro. O que enfatizamos é que procurar pelos subsunçores não pode ser confundido com só ensinar a partir da realidade imediata do aluno.

O professor que se limita à realidade do aluno também limita impositivamente seu universo. Então sim, partir de seu entorno sempre que possível. Mas levar o aluno para um mundo maior do que ele conhece deveria ser prerrogativa do professor que prima por uma educação científica de fato. Obviamente o utilitarismo possui suas justificativas, e as aplicações da ciência são provavelmente o motor mais determinante das mudanças sociais. É claro que o

¹⁴ O professor ainda inexperiente possui menos recursos heurísticos a esse respeito, mas a preocupação genuína com sua atuação pode colocá-lo em um estado constante de crítica em relação às consequências didáticas do que ele sabe e, conseqüentemente, seu conhecimento pedagógico do conteúdo está em constante otimização.

professor de física deve possibilitar ao aluno compreender as tecnologias que o cercam, mas a ciência sempre foi muito mais do que utilitarismo (Lewin; Goldstein, 2011; Kaplan; Levinson, 2013; Rosenfeld, 2013; Weinberg, 2018). É preciso ignorar muito de sua história para se achar que seus contextos de descoberta são meramente pragmáticos e que o aluno só pode apreciar sua importância em um sentido de aplicação imediata.

Difícilmente sabemos até onde pode levar a pesquisa impulsionada pela curiosidade humana, realizada, em um primeiro momento, sem nenhum propósito prático. O objetivo é simplesmente o conhecimento de propriedades e leis básicas que regem o universo, a vontade de descobrir como funciona a natureza (Rosenfeld, 2013, p. 38).

Ou, como contundentemente colocou Steven Weinberg:

No final do século XIX, físicos na Inglaterra estavam explorando as propriedades da corrente elétrica passando pelo quase vácuo. Embora se tratasse de ciência pura, sem objetivo prático, isso levou ao nosso conhecimento do elétron, sem o qual grande parte da tecnologia atual seria impossível. Se esses físicos tivessem se limitado a trabalhos de importância prática óbvia, estariam estudando o comportamento de caldeiras a vapor (Weinberg, 2018, p. 91, tradução nossa).

E não será difícil encontrar diversas exceções para confirmar a regra.

Essas ressalvas agregam mais elementos para se pensar práticas quaisquer, mas repetimos e enfatizamos nosso foco aqui: de nada ou muito pouco servirá trabalhar com qualquer metodologia se isso se der às custas do incentivo à aprendizagem.

Apenas à guisa de síntese obviamente inconclusa e não suficiente, gostaríamos de enfatizar os seguintes pontos como possíveis elementos a se contemplar em uma aula mais condizente com um professor desejoso em ser algo mais que um mediador burocrático, considerando os apontamentos epistemológicos discutidos anteriormente. Estes pontos podem ser vistos como sugestões pautadas pelo que discutimos aqui, mas enfatizamos que são também características que temos percebido fazerem parte de professores didaticamente disruptivos, que representam uma força positiva¹⁵ no universo escolar. Faremos isso por meio da caracterização de um sujeito que poderíamos chamar de professor potencialmente significativo, mas preferiremos usar um neologismo, um termo informal, não acadêmico, mas que contempla parcialmente nossos propósitos: chamaremos de *o bom professor*.

1. O bom professor de física não é necessariamente um expert em toda a extensão de sua área de conhecimento, mas se preocupa sempre e sinceramente com o conhecimento pedagógico de seu conteúdo e do conteúdo que estará sempre a revisar, aperfeiçoar e mesmo aprender; ele está sempre pensando em como um conhecimento pode ser melhor apresentado, articulado, problematizado, para promover uma construção efetiva de relações significativas por parte do aluno.

2. O bom professor sabe que seu interlocutor, o aluno, é um sujeito complexo que aprende por meio de reestruturações de sua disposição mental, e não por meio de acúmulo de arremedos de informação. Isso naturalmente o obriga a sempre avaliar o que será trabalhado com o aluno de modo a se estar atento às possíveis compreensões inadequadas e às possíveis dificuldades de entendimento, devido tanto às complexidades intrínsecas do conteúdo trabalhado quanto à transposição/narrativa do professor.

3. O bom professor não se furta necessariamente ao trabalho de reforço cognitivo, muitas vezes definidor do cotidiano escolar, com tarefas de leituras e exercícios; mas isso jamais acontece em detrimento de aulas ativas e fortemente centradas na motivação do

¹⁵ Vamos lá, é possível usarmos e tirarmos proveito dessa *força de expressão*.

estudante; o bom professor é naturalmente disruptivo; o bom professor chama atenção para si e para o que se está discutindo; sua conduta em sala frequentemente assume uma posição mental de: *olha só o que vocês estarão perdendo se não estiverem aqui comigo agora* (quando vemos um fenômeno interessante, queremos mostrar para todo mundo... o bom professor quer fazer isso naturalmente com os conhecimentos trabalhados em sala de aula); o bom professor de física se utiliza de demonstrações e experimentos de modo a despertar um interesse de alto nível, ou seja, uma interação contínua e dinâmica entre o chamamento de atenção natural da demonstração e os aspectos cognitivos do que se consegue com ela.

4. O bom professor pode ser plural no uso de metodologias, mas atenta principalmente ao quanto essas estão sendo conduzidas de modo que o aluno perceba como o professor prioriza a atividade, não sucumbindo à delegação de tarefas típicas do contexto de reprodução mecânica de pouco ou nenhum significado; o bom professor sinceramente se incomoda com situações de reprodução mecânica visando meramente a testagem (entretanto, é claro que o problema não é a testagem em si, e sim a testagem como única finalidade para o que se faz em sala de aula); o bom professor consegue engendrar uma aula dinâmica mesmo com poucos recursos, pois se concentra na interação verdadeira e motivante entre os elementos da tríade “professor x saberes x aluno”, enquanto um professor indiferente, mecânico, burocrático, pode tornar os melhores recursos fonte de chatice e inutilidade (e por isso mesmo o bom professor luta sempre por melhores condições de trabalho, posto que essas otimizam a sua atuação).

5. O bom professor não intenta mobilizar apenas conceitos, leis e teorias; ele mostra toda a beleza da física ao aluno, e só o consegue porque não se limita aos resultados da ciência: ele se interessa por seus processos, sua história, suas tribulações e os sucessos acachapantes na explicação da natureza; o bom professor intenta reconstruir uma história, minimamente criando contextos que não apenas trazem significado para os conceitos, leis e teorias, como também permitem relações entre esses de modo a produzir uma teia conceitual que melhor representa o que poderíamos chamar de uma aprendizagem significativa; e o faz de modo a haver uma conversa genuína com os alunos: o que pensam, o que entendem, o que acham, e como o que pensam, entendem, acham, pode subsidiar o *tour* guiado pelo professor através do Mundo 3 de modo a catalisar toda a construção de significados com a melhor convergência possível para um entendimento eficaz da natureza.

6. Finalmente, o bom professor de física mantém o Sol brilhando em sala; nas mais simples condutas, mesmo nas conversas mais pontuais, o bom professor se importa com o que ficará de fato com o aluno; ele se importa não apenas em efetivamente propiciar uma apreensão que ultrapasse a memorização mecânica, mas também em tornar todo o processo palatável ao estudante; isso não significa em só fazer o que apraz o estudante (o que seria logicamente inconsistente, uma vez que pessoas diferentes se aprazem com situações diferentes), mas que o que se faz, faz-se de modo a não descambar para a marcha forçada; é tornar o necessário também significativo ao aluno ou, no mínimo, menos mecânico, burocrático, enfadonho.

Naturalmente existem diversas finalidades que podem ser imputadas à educação. De modo algum pretendemos indicar um caminho compulsório, e diferentes professores podem muito bem ter concepções educacionais bem distintas. Já conversamos com colegas que, por exemplo, afirmam que a educação é um problema do aluno e que professores não têm outra obrigação a não ser indicar o caminho. Apenas para quem pensa, assim como nós, que, além de indicar o caminho, o professor é quem faz o mesmo ter significado e ser digno de ser trilhado, esperamos que nossas provocações possam representar uma pequena fagulha.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por vezes nossas críticas podem se confundir com não aceitação da marcha forçada escolar devido a uma comparação com uma realidade utópica. Mas consideramos resultado do que, embora totalmente factível, tem sido largamente negligenciado por personagens que, por princípio, deveriam ao menos se contrapor a essa marcha. Sabemos muito bem como uma instrução coletiva pautada por valores humanistas que transcendem princípios neoliberalistas meritocráticos de competição quase selvagem, que privilegia uns e esmaga as chances de outros, é algo mais próximo de uma ficção literária do que propriamente algo factível. Mas enquanto há vida, há esperança, não é mesmo?

Se não conseguimos, a curto ou médio prazo, modificar o sistema escolar (e a sociedade para perceber os problemas com esse sistema) de modo a se romper a hipocrisia onipresente a que fomos tomados nas escolas, pensamos que ao menos podemos fazer uma diferença positiva na vida escolar do estudante. Deve ser possível jogar melhor mesmo sem alterar as regras do jogo (enquanto se exerce outras pressões para se efetivamente modificar as regras do jogo). Não é necessário ser um John Keating, o professor revolucionário de *Sociedade dos Poetas Mortos*, mas com ele se pode aprender algo. A essência da inspiração, dos motivos para o estudante verdadeiramente querer aprender, dificilmente poderá ser encontrada em uma metodologia ou em um material didático. Pois materiais são inanimados. E metodologias, por mais úteis e mesmo efetivas para o aprendizado do estudante, podem ser desanimadas. O aluno até se entretém positivamente, aprende algo de fato, mas o olhar frequente ao relógio continua ali. A marcha continua ali. O sinal libertador avisando do término da aula (quando é o caso) continua sendo muito bem-vindo. Por isso a essência da inspiração reside no docente, e “[...] o ensino mais adequado só poderá ser levado a cabo nas situações em que houver um relacionamento pessoal direto entre o aluno e o bom professor – situações nas quais o estudante discuta as ideias, reflita e converse sobre elas” (Feynman; Leighton; Sands, 1965, p. 5).

Como já sugerimos, metodologias ajudam o professor a organizar suas práticas, e a elas frequentemente recorremos em nossas aulas. Mas antes da metodologia em si, há os elementos subjacentes de cognição e motivação. Por mais que alguns modismos se façam presentes de tempos em tempos, a prática do professor continua a depender muito de suas escolhas didáticas e visões pessoais de todo tipo. Temos um pressuposto de que o bom professor está afinado com a literatura de sua área, mas conhecemos diversas exceções que parecem sugerir que estar afinado não basta. Falta algo, os alunos não são motivados a adentrar o Mundo 3. E conhecemos aqueles professores que, de algum modo, atingiram uma percepção do que motiva mais o estudante, do que funciona mais em sala de aula.

Pensamos que as discussões acadêmicas formativas do professor, aportadas em investigações científicas das áreas de educação e ensino, são essenciais para sua prática, claro. Apesar disso, pensamos que o colega leitor também conheça casos de desempenho docente que sugerem que os saberes formativos devam contemplar, também e cada vez mais, questões sobre a predisposição para a aprendizagem. O academicismo conteudista e metodologista talvez (talvez) seja condição necessária para continuarmos formando professores, mas a cada vez que ouvimos algo como *odeio física* temos a clara percepção de sua insuficiência.

Para quem não costuma pensar sobre os aspectos colocados aqui, convidamos a olhar atentamente ao seu redor, em seu ambiente de trabalho, a atuação dos professores. Não com vistas condenatórias, mas de modo a experienciar como o sistema está posto. Muitos professores têm atuado de modo a evidenciar o movimento de marcha forçada na escola, não percebendo como a recepção de sua disciplina, pelo aluno, está vinculada a quem ele é como professor. E a julgar pelas evidências que cada colega pode, por si próprio, avaliar, a recepção da física escolar

é problemática. E assim o é, em decorrência imediata e natural, a atuação do professor¹⁶. Quanto desperdício de hora-cadeira! Tanto do aluno médio submetido ao sistema posto, que sairá dele com cicatrizes profundas, resultando em algo talvez pior do que a inexistência do processo, quanto do professor médio em sua formação docente, que resultará num burocrata que atua mais na técnica da instrução mecânica forçada do que no ensino significativo, inspirador, motivante, relevante.

Não há resposta errada (talvez) à questão “que tipo de professor você quer ser?”. O que gostaríamos de deixar com esse trabalho é que, naturalmente, metodologias podem ser importantes, particularmente aquelas voltadas a promover uma maior atividade do estudante. Elas auxiliam na diminuição da deriva instrucional e podem amenizar a marcha forçada. Mas por vezes temos nos perdido muito em métricas do que fazer e como fazer, esquecendo-nos de quem nós deveríamos ou quereríamos ser. Se não conseguimos incentivar os alunos ou, no mínimo, mostrar como nossos assuntos em sala são importantes para nós, então que venham as metodologias. Poderá haver algum aprendizado, as aulas talvez não sejam em vão. Mas é só isso? Que tipo de professor você quer ser?

REFERÊNCIAS

ARTHURY, L. H. M. A natureza da ciência no ensino de física: entre recortes e sugestões. **Revista do Professor de Física**, v. 4, n. 2, 2020.

ARTHURY, L. H. M.; GARCIA, J. O. Em Prol do Realismo Científico no Ensino. **Ciência & Educação**, Bauru, 26, e20011, 2020.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 194-223, 2007.

CARRARA, K. **Introdução à Psicologia da Educação**. São Paulo: Avercamp, 2004.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica**. Buenos Aires: Aique, 1997.

CRUZ, G. K.; SILVA, S. L. R. Reflexões para a composição de uma metodologia para o Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 18-30, 2009.

¹⁶ Muitos poderiam apontar que as condições de trabalho do professor podem não estar permitindo sua atuação plena, do que concordamos em boa medida. O contexto político-profissional naturalmente pode afetar o contexto de sala de aula, mas o professor precisa se perguntar o quanto das mazelas do primeiro devam ser transladadas por birra para o segundo. É evidente que devemos atuar constantemente pela melhoria de nossas condições profissionais, sendo essa preocupação parte indissociável de nossa atuação profissional (Freire, 2019). Mas pensamos que o bom professor deva sempre, também, não se deixar ser obstado de uma prática responsável e genuinamente preocupada com a realidade do aluno em sala de aula. Justamente por o aluno ser o fim causal de tudo o que fazemos profissionalmente, seria simplesmente desarrazoado penalizá-lo pelas presentes insuficiências da profissão docente. Afinal ele já o é suficientemente pelas políticas públicas deficitárias e pelos professores infelizmente contraproducentes. Tudo o que ele não precisa é de um professor propositadamente limitado.

DAMÁSIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. Para que ensinar ciência no século XXI? Reflexões a partir da filosofia de Feyerabend e do ensino subversivo para uma aprendizagem significativa crítica. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, e2951, 2018.

DAWKINS, R. **O Gene Egoísta**. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

DAWKINS, R. **O Maior Espetáculo da Terra: As Evidências da Evolução**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. **The Feynman Lectures on Physics**. Vol. III. California: Addison-Wesley, 1965.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. de A. Historiografia e Natureza da Ciência na Sala de Aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1: p. 27-59, abr. 2011.

FREINET, C. **Pedagogia do bom-senso**. São Paulo: Martins Fontes, 1985.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 2019.

GARDNER, H. **Estruturas da Mente: A Teoria das Inteligências Múltiplas**. Porto Alegre: ARTMED, 1994.

GOWIN, B. D. **Educating**. New York: Cornell University Press, 1981.

HESSEN, J. **Teoria do Conhecimento**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2012.

KAPLAN, D.; LEVINSON, M. **Particle Fever**. [Filme-Vídeo]. Anthos Media, 2013.

LABURÚ, C. E.; CARVALHO, M.; BATISTA, I. L. Controvérsias construtivistas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 18, n. 2, p. 152-181, 2001.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 382-404, 2006.

LAKATOS, I. O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica. In: I. Lakatos; A Musgrave (Org.). **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Cultrix, EDUSP, p. 109-243. 1979.

LEWIN, W.; GOLDSTEIN, W. **For the Love of Physics**. New York: Free Press, 2011.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; SILVA, C. B.; LORETTO, E. L. S. Metodologias Ativas de Aprendizagem: Uma Breve Revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, 2018.

MATTHEWS, M. R. Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 3, p. 270-294, 2000.

MATURANA, H.; VARELA, F. J. **A árvore do conhecimento**. Campinas: Psy II, 1995.

MOURA, M. D.; SANTOS, R. P. Detectando misticismo quântico em livros publicados no Brasil com Ciência de Dados. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 725-744, 2017.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T.; OSTERMANN, F. História e epistemologia da física na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a Natureza da Ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 127-134, 2007.

MOREIRA, M. A. Al final, qué es aprendizaje significativo? **Revista Currículum**, v. 25, p. 29-56, 2012.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, 2018.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 43, suppl. 1, e20200451, 2021.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

PALANGANA, I. C. **Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vigotski**: a relevância do social. São Paulo: Summus, 2015.

PEDUZZI, L. O. Q.; ZYLBERSZTAJN, A.; MOREIRA, M. A. As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da ciência numa seqüência de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e a receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação força e movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 14, n. 4, p. 239-246, 1992.

PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. Relação entre a pesquisa em ensino de física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 424-438, 2008.

PESSOA Jr., O. F. O fenômeno cultural do misticismo quântico. In: FREIRE Jr., O.; PESSOA Jr., O. F.; BROMBERG, J. L. (Org.). **Teoria Quântica**: Estudos históricos e implicações. São Paulo: Livraria da Física, 281-302, 2010.

PAIS, A. **Sutil é o Senhor**: A ciência e a vida de Albert Einstein. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.

PINKER. S. **Como a mente funciona**. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

PIAGET, J. **Psicologia e Pedagogia**. São Paulo: Forense Universitária, 2010.

POPPER, K. R. **Conhecimento objetivo**: uma abordagem evolucionária. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 1975.

POPPER, K. R. **A teoria dos quanta e o cisma na física**. Lisboa: D. Quixote, 1989.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F. A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, p. 316-337, 2005.

ROSENFELD, R. **O cerne da matéria**. São Paulo: Companhia das Letras, 2013.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

SHULMAN, L. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, v.15, n.2, p. 4-14, 1986.

SILVEIRA, F. L.; PEDUZZI, L. O. Q.; Três episódios de descoberta científica: da caricatura empirista a uma outra história. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 1: p. 26-52, abr. 2006.

STUDART, N. Inovando a Ensino de Física com Metodologias Ativas. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. 3, p. 1-24, 2019.

TAILLE, Y; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. **Piaget, Vigotski, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. São Paulo: Summus, 2019.

WALLAS, G. **Art of thought**. London: Jonathan Cape, 1926.

WEINBERG, S. **Third Thoughts**. Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press, 2018.

Submetido em: 19/01/2024

Aprovado em: 13/02/2024

Publicado em: 07/03/2024



Todo o conteúdo deste periódico está sob uma licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), exceto onde está indicado o contrário.