

Ensino de Física

Física é, de longa data, uma das disciplinas mais temidas pelos alunos do Ensino Médio. Grande parte dessa fama deve-se ao fato de que seu ensino tradicionalmente vem sendo pautado na transmissão de conceitos e fórmulas cujas relações com a realidade são em geral inexistentes.

Então, atualmente, até mesmo avaliações externas à escola, como o Enem e os vestibulares, têm mudado essa perspectiva e começado a explorar mais do que a mera memorização de exercícios de Matemática envolvendo temas da Física: os saberes e as habilidades à construção do conhecimento científico ao longo dos anos e as características históricas dessa construção também começam a ser abordados, deixando-nos a consciência de que o ensino da Física precisa mostrar aos alunos essa disciplina como uma área de conhecimento da humanidade.

Neste livro, trazemos algumas considerações sobre pontos que acreditamos necessários para os futuros professores de Física e mesmo para aqueles já em exercício, de modo que a disciplina possa ser apresentada aos alunos do Ensino Médio como uma área de conhecimento em constante construção e cujos conhecimentos propostos fazem parte da vida cotidiana.

Um dos nossos objetivos é preparar os professores para que trabalhem nas salas de aula do Ensino Médio uma visão de Física contextualizada, ao mesmo tempo que seja possível abordar os aspectos que regulam a construção e a proposição de novos conhecimentos na prática como uma atividade científica e o exercício desta.

Objetivos

Este texto para as disciplinas prática de ensino de física, metodologia de ensino de física e didática da física nos cursos de Licenciatura e formação continuada para professores do Ensino Médio. Obra também destinada a professores em atuação na área de Educação Física, docentes e alunos dos cursos de formação de professores e alunos dos cursos de graduação em Ensino de Ciências.

CONFORME ACORDO
ORTOGRAFICO DA LINGUA
PORTUGUESA (AOLP)

CENGAGE
Learning™

Para suas soluções de curso e aprendizado,

ISBN 13 978-85-221-1062-9
ISBN 10 85-221-1062-X



1164

Coleção Ideias em Ação

Ensino de Física

Carvalho

Ricardo

Sasseron

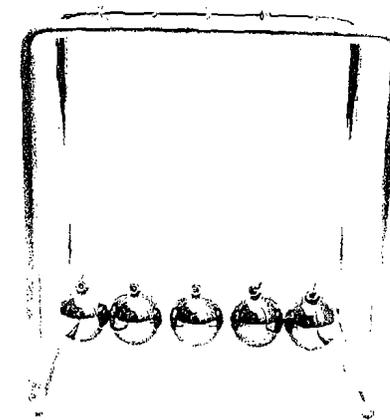
Abib

Pietrocola

CENGAGE
Learning™

Ensino de

Física



Anna Maria Pessoa de Carvalho

Elio Carlos Ricardo

Lúcia Helena Sasseron

Maria Lúcia Vital dos Santos Abib

Maurício Pietrocola

Anna Maria Pessoa de Carvalho
(Coordenadora da Coleção)

Coleção Ideias
em Ação

COLEÇÃO IDEIAS EM AÇÃO

Ensino de Física

Anna Maria Pessoa de Carvalho
Elio Carlos Ricardo
Lúcia Helena Sasseron
Maria Lúcia Vital dos Santos Abib
Maurício Pietrocola

Coordenadora da Coleção
Anna Maria Pessoa de Carvalho

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

Ensino de física / Anna Maria Pessoa de Carvalho...
[et al.]. - São Paulo: Cengage Learning, 2010. - (Coleção
ideias em ação / Anna Maria Pessoa de Carvalho)

Outros autores: Elio Carlos Ricardo, Lúcia Helena
Sasseron, Maria Lúcia Vital dos Santos Abib, Maurício
Pietrocola

Bibliografia.
ISBN 978-85-221-1062-9

1. Física - Estudo e ensino I. Ricardo, Elio Carlos.
II. Sasseron, Lúcia Helena. III. Abib, Maria Lúcia Vital
dos Santos. IV. Pietrocola, Maurício. V. Carvalho, Anna
Maria Pessoa de. VI. Série.

10-06979

CDD-530.7

Índice para catálogo sistemático:

1. Física : Estudo e ensino 530.7

 **CENGAGE**
Learning™

Austrália • Brasil • Japão • Coreia • México • Cingapura • Espanha • Reino Unido • Estados Unidos

Preparando-se para o trabalho como professor

Neste momento é importante colocar as informações acima apresentadas em discussões que possibilitem relacioná-las e estabelecer os vínculos mais adequados para o seu contexto. Convidamos você a se reunir com colegas para discutir algumas questões:

Um bom exercício para iniciar este trabalho é começar a pensar em relações entre as competências e as habilidades planejadas pelos PCNs e PCNs+ e nas estratégias de ação para colocá-las em prática.

Quais ações em sala de aula podem ser propostas pelo professor a fim de detonar o desenvolvimento de cada uma das habilidades e competências?

Como um currículo de Física do Ensino Médio deveria estar desenhado caso pretenda alfabetizar cientificamente os estudantes?

Tendo agora como questão central o planejamento de um programa de curso, é preciso considerar a sala de aula.

Desenhe um plano de aula, ou uma sequência de aulas, em que um tema da Física seja tratado.

Quais competências e habilidades serão trabalhadas com essa proposta? De que modo elas serão trabalhadas?

Ao propor esta sequência de aulas, organizada em função das competências e habilidades delineadas nos PCNs, os eixos estruturantes da alfabetização científica estão presentes? Como?

CAPÍTULO 2

Problematização e contextualização no ensino de Física

Elio Carlos Ricardo

No início de cada ano escolar, o professor se depara com várias turmas de alunos para as quais pretende ensinar o que estabelecem os programas curriculares. Essa parece ser uma prática rotineira no ambiente escolar. No entanto, os saberes escolares vêm sendo cada vez mais colocados em questão. Ou seja, as exigências do mundo moderno fazem com que a pertinência do que se ensina na escola e a formação que ela oferece sejam questionadas. Mais que em outras épocas, os alunos resistem em aderir ao projeto de ensino, externando um sentimento de dúvida em relação à preparação que estariam recebendo para enfrentar as dificuldades que supostamente esperam encontrar em suas vidas.

Mais que em outras áreas, no caso do ensino das Ciências de modo geral, e da Física em particular, isso se torna evidente, pois, ao mesmo tempo em que os alunos convivem com acontecimentos sociais significativos estreitamente relacionados com as Ciências, e a Tecnologia e seus produtos, recebem na escola um ensino de Ciências que se mostra distante dos debates atuais. Muitas vezes, os alunos acabam por identificar uma Ciência ativa, moderna, e que está presente no mundo real, todavia, distante e sem vínculos explícitos com uma Física que só “funciona” na escola. Não é por outra razão

que os professores frequentemente apontam a falta de interesse e motivação dos alunos como um dos obstáculos para a aprendizagem.

Mas, como seria se esse professor, habituado com as rotinas da escola, começasse a questionar o porquê de se ensinar Física? Se seus alunos gostam de Física? Ou ainda, se todos os seus alunos são capazes de aprender o que se pretende ensinar a eles? Se a resposta a essa última questão for negativa, então uma prática de ensino que leve apenas uma pequena parte dos alunos à aprendizagem seria aceitável, pois nem todos conseguem aprender! No entanto, se a resposta for afirmativa, então outra pergunta se segue: Como levar cada um dos alunos a se apropriar de algum conhecimento, respeitando sua individualidade e, ao mesmo tempo, trabalhando com uma classe em que este mesmo aluno é um sujeito coletivo?

Tais questionamentos se associam a outros desafios impostos aos professores, a saber, administrar a heterogeneidade em sala de aula, criar situações de aprendizagem, compreender o processo de didatização dos saberes escolares e lidar com as representações e concepções dos alunos, entre outros. Todavia, se é verdade que em educação não se deve buscar receitas prontas para a solução de problemas dessa natureza, também é verdade que há alternativas e possibilidades para se enfrentar didaticamente os cenários que se apresentam.

O professor, ao estabelecer seus primeiros contatos com as turmas, já possui uma relação com os saberes disciplinares daquilo que pretende ensinar, mas os alunos ainda não têm essa relação. Quando a têm é frágil, porque, embora tragam consigo explicações para os fenômenos da natureza, associam-nas ao senso comum. As pesquisas se referem a esses conhecimentos como concepções alternativas ou espontâneas, construídas, em sua maioria, a partir das experiências cotidianas e da vivência com os outros sujeitos. O início dessa relação didática, que se estabelece entre o professor e os alunos diante de um conjunto de saberes a ensinar, é um momento de risco, pois, dependendo das escolhas didáticas feitas, aquelas concepções

podem se consolidar e se tornar verdadeiros obstáculos à aprendizagem, sobrevivendo até mesmo aos projetos de ensino subsequentes.

Alguns alunos acabarão entrando no “jogo didático” e perceberão as práticas e estratégias do professor e poderão se sair bem nas avaliações, por exemplo, já que sabem apresentar as respostas que se espera que deem. Entretanto, haverá aqueles que não entrarão nesse jogo e passarão por grandes dificuldades na escola. Esses contarão, principalmente, com a sensibilidade do professor para incluí-los no jogo. Aqueles mais experientes e sensíveis aos problemas dos alunos poderão fazê-lo, mas essa percepção é muito importante na formação do aluno para apostar apenas na sensibilidade do professor. Desse modo, tais problemas deveriam ser tratados já na formação desse professor, tanto inicial quanto continuada.

Ao discutirem tais questões no ensino das Ciências, vários autores (Astolfi *et al.*, 2002; Perrenoud, 2000; Meirieu, 1998; Jonnaert, 1996) destacam, entre outros pontos, a necessidade de prover os docentes de instrumentos didáticos para que eles possam analisar e refletir a respeito de suas práticas de ensino e buscar uma aproximação entre o seu discurso e o discurso dos alunos. Ou seja, mediar a relação entre estes e os saberes escolares que se pretende ensinar. Dito de outro modo: ampliar o espaço de diálogo entre professor – saber a ensinar – e alunos. Um dos requisitos para isso consiste em transformar didaticamente o que foi um problema da Ciência em um problema para os alunos. Seria isso uma problematização? Ou seria uma contextualização?

Como construir uma sequência didática que tenha como ponto de partida uma problematização, sustentada em uma situação tal que os alunos se deparem com a necessidade de se apropriar de um conjunto de saberes que ainda não têm, e que permita uma contextualização? Essas questões e suas alternativas didático-metodológicas serão tratadas a seguir, inseridas na estrutura das situações de aprendizagem que se encontram no coração da relação didática estabelecida no interior de uma sala de aula.

A contextualização sob três enfoques

A ideia de um ensino de Física contextualizado está cada vez mais presente no discurso dos professores e educadores, o que não significa, necessariamente, que seja uma prática corrente na escola. Os próprios documentos oficiais do Ministério da Educação ressaltam a contextualização, juntamente com a interdisciplinaridade, como um dos pressupostos centrais para implementar um ensino por competências. Isso fica especialmente claro nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs e PCNs+). Todavia, um consenso em relação ao que seja um ensino de Física contextualizado está longe de acontecer.

É bastante comum, entretanto, associar a contextualização com o cotidiano dos alunos e seu entorno físico. Ou ainda, a atribuição de um certo valor de uso aos saberes escolares, na expectativa de responder aos questionamentos daqueles alunos que não veem sentido em aprender Ciências na escola. Em síntese, a contextualização parece servir como elemento motivador da aprendizagem. Essa interpretação da contextualização acaba sendo reforçada pelas próprias DCNEMs, ao se afirmar que *“é possível generalizar a contextualização como recurso para tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos espontaneamente”* (Brasil, 1999, p. 94). A ausência de mais discussões leva a compreensões simplificadas da contextualização como mera ilustração para iniciar o estudo de determinado assunto, ainda que a busca por um sentido àquilo que se ensina seja enfatizada.

Essa busca de significado é reforçada nos PCNs+, ao considerarem a contextualização como condição indispensável para a interdisciplinaridade: *“a forma mais direta e natural de se convocarem temáticas interdisciplinares é simplesmente examinar o objeto de estudo disciplinar em seu contexto real, não fora dele”* (Brasil, 2002, p. 14). Nos PCNs+ a contextualização, de certa forma, precede a interdisciplinaridade. Mas, a perspectiva sócio-histórica é assumida por esse documento, que se torna clara com a afirmação: *“a contextualiza-*

ção no ensino de ciências abarca competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo” (Idem, p. 31). Esta é uma forma possível de se entender a contextualização. Haveria a possibilidade de inserir a contextualização no campo epistemológico ao considerar que a escola teria também o papel de proporcionar aos alunos a capacidade de abstração e de entender a relação entre um modelo teórico e a realidade.

Um terceiro enfoque, que articula os dois anteriores, estaria relacionado às transformações sofridas pelos saberes escolares até chegarem à sala de aula, como produto de uma didatização. Ou seja, o contexto original de produção da Ciência Física não é o mesmo da Física escolar. É o que Chevallard (1991) chama de Transposição Didática. Essas três dimensões da contextualização estão interligadas e sua distinção serve aqui mais para fins didáticos. Todavia, isso não diminui a relevância em estender um pouco mais a discussão dessas três perspectivas da contextualização.

De onde vêm os conteúdos que são ensinados na escola? Dos livros didáticos; dos programas? Mas, antes disso? Yves Chevallard, matemático francês, apoiando-se nas ideias de Michel Verret (1975), desenvolveu a noção de Transposição Didática e procurou analisar o caminho percorrido pelos saberes produzidos por cientistas até chegarem à sala de aula. Chevallard (1991) mostrou que não se tratam de meras simplificações, mas que os saberes escolares são, na verdade, um novo saber reorganizado e com modificações sofridas ao longo desse percurso, de modo que estejam aptos a ser ensinados. O autor estabelece, pelo menos, três esferas de saber: o *saber sábio*, produzido nas esferas científicas; o *saber a ensinar*, presente nos manuais¹, livros didáticos e programas e, finalmente, o *saber ensinado*, aquele trabalhado na sala de aula. Para Chevallard (1991, p. 18), *“o saber*

¹ Manuais aqui indicam livros muito comuns na formação inicial, tais como Halliday *et al.* (2003), Nussenzveig (2002), Jackson (1998), Eisberg e Resnick (1988) e outros.

produzido pela transposição didática será, portanto, um saber exilado de suas origens e separado de sua produção histórica na esfera do saber sábio”.

Embora tais constatações pareçam óbvias, a ideia da Transposição Didática não é trivial, pois questiona as referências dos saberes escolares e sua pertinência como tal. É possível entender agora por que não é fácil interrogar a relevância do que é ensinado na escola, uma vez que se estaria aparentemente questionando a relevância da Ciência para a sociedade. Depois de constatar que há diferenças entre a Física ensinada e a Ciência Física, a credibilidade assegurada pela legitimidade epistemológica atribuída à Física não é garantida para o seu ensino. A pesquisa científica se justifica por si mesma, mas o seu ensino não. Nas palavras de Chevallard, “nenhum saber ensinado se autoriza por si mesmo” (1994, p. 146). Ou seja, a Ciência Física e o ensino de Física se inserem em projetos sociais e formativos distintos.

Esses saberes a ser ensinados passarão por transformações e reorganizações e assumirão uma nova forma que envolve alguns processos identificados por Chevallard, a saber, a *despersonalização*, a *programabilidade*, a *desincretização* e a *descontextualização*. A dinâmica de seus atores, a subjetividade dos pesquisadores, os investimentos pessoais e as contribuições anteriores desaparecem, caracterizando-se por uma despersonalização daqueles saberes, que são retirados do seu nicho interno de pesquisa para assumir a forma de um texto que possa integrar os programas e materiais didáticos. A isso se soma a programabilidade da aquisição dos saberes a ensinar, pois há etapas de aprendizagem e tempos definidos a ser considerados.

A desincretização delimita os campos de saberes, separando as práticas teóricas das práticas de aprendizagem específicas, dissociando os modelos teóricos do corpo original em conceitos assumidos como independentes. Isso permite a divisão dos saberes a ensinar em disciplinas, capítulos e seções referentes a um projeto didático². Além disso, um saber a ensinar deverá satisfazer algumas exigências de

² Um exemplo disso é analisado em Pinho-Alves *et al.* (2001).

ordem prática e se adequar a um encadeamento sequencial lógico compatível com o tempo legal de ensino, com o tempo didático e com a estrutura escolar. O saber a ensinar passará por uma descontextualização seguida de uma recontextualização, na forma de um novo discurso, uma textualização, sustentada, por exemplo, em pré-requisitos. Essas diferenças, sem mencionar os tempos individuais de aprendizagem, exigem uma certa padronização. Ocorre, todavia, que isso pode levar a uma algoritmização em excesso, muito comum no ensino de Física, reduzindo-a a aplicação de fórmulas para resolução de exercícios, a fim de não comprometer o andamento do processo de ensino; temos então, segundo Brousseau (1986), uma *ilusão didática*, pois se procura evitar os desvios de duração da aprendizagem.

Compreender os processos da Transposição Didática é fundamental para o professor. Ao mesmo tempo em que ela se torna inevitável em algum grau, não significa que deva seguir um único caminho. A apresentação dos conteúdos escolares pode assumir outras formas. Para Chevallard, a ideia da Transposição Didática revela a existência dessas transformações, reorganizações e adaptações, permitindo uma vigilância sobre o que se está ensinando na escola em relação àquilo que previa o projeto de ensino.

Todos os três enfoques atribuídos à contextualização adentram no campo epistemológico. Entretanto, o problema da relação entre teoria e realidade é mais evidente. Os futuros professores, frequentemente, aprendem a estrutura formal da Física, mas têm dificuldade em relacioná-la com o mundo real. Parece haver um abismo entre os saberes formais e a realidade. Em certa medida, isso se deve a um ensino excessivamente apoiado na resolução de problemas e exercícios, sem discussões conceituais. Para entender melhor essa relação entre teoria e realidade é preciso compreender que a Ciência constrói modelos e, por conseguinte, modifica o real.

Mário Bunge, físico e filósofo, utiliza-se da ideia de *objeto-modelo* para prosseguir nessa discussão. Para o autor, os objetos-modelo serão descritos por modelos teóricos que apreendem uma parcela do objeto representado, sendo, desse modo, aproximativos. Segundo Bunge,

“se se quiser inserir este objeto-modelo em uma teoria, cumpre atribuir-lhe propriedades suscetíveis de serem tratadas por teorias. É preciso, em suma, imaginar um objeto dotado de certas propriedades que, amiúde, não serão sensíveis” (2008, p. 14). Alguns aspectos do objeto serão, portanto, negligenciados, mas a conversão de coisas concretas em imagens e sua transformação em modelos teóricos cada vez mais adequados aos fatos³ é o caminho efetivo para a apreensão da realidade pelo pensamento⁴ (Bunge, 2008). O experimento na Ciência é que irá assumir o papel de atestar se os objetos-modelo e os modelos teóricos que os descrevem correspondem aos objetos reais. A Ciência, portanto, não é o retrato fiel da realidade. Isso não significa, todavia, que a Ciência não seja capaz de oferecer ferramentas para entender o mundo.

Ao transpor tais discussões para o ensino, é relevante destacar que o ensino das Ciências deveria proporcionar aos alunos o acesso a um saber legitimado culturalmente, que consiste em uma forma especializada de representar o mundo por meio de um processo histórico e com a contribuição de vários sujeitos. Assim, um ensino de Ciências totalmente desarticulado do mundo vivencial do aluno acaba gerando a sensação de impossibilidade de interpretar esse mundo. Quando isso ocorre, permanecem as explicações do senso comum e os mitos, mas que acabam “funcionando” para as relações imediatas com a realidade, resultando, muitas vezes, na permanência de concepções alternativas.

Deveria ser um dos objetivos da educação científica mostrar que a Ciência é capaz de apreender a realidade, mas, ao mesmo tempo, reconhecer que um determinado fenômeno, ao se tornar objeto de investigação pela Ciência, é modificado por esta. Pietrocola (2001) sintetiza essa problemática nas seguintes questões: “Como o conhe-

³ Uma discussão acerca da objetividade científica pode ser encontrada em Cupani (1989).

⁴ Discussões a respeito da apropriação da matéria pelo pensamento podem ser encontradas em Paty (1995).

cimento científico pode auxiliar a conhecer o mundo que nos cerca? De que forma o conhecimento físico pode ser utilizado para gerar ações no cotidiano? Como gerar autonomia em um cidadão moderno através da sua alfabetização científica?” (Ibidem, p. 12). Perguntas como essas conduzem à dimensão sócio-histórica da contextualização.

Muito presente no discurso educacional, essa é, possivelmente, a compreensão mais comum dada à contextualização. Entretanto, na maioria das vezes, sua interpretação reduz os aspectos sociais da educação científica ao espaço físico proximal dos alunos, confundindo-se com uma simples relação com o cotidiano. Essa relação é frequentemente usada para justificar o ensino da Física, apoiando-se na relevância da Ciência Física para a sociedade e para os avanços tecnológicos. Todavia, a partir das discussões anteriores, fica claro que a Ciência Física e a Física escolar não são a mesma coisa, embora estejam relacionadas. Então, o que serve para justificar uma das práticas não necessariamente serve para justificar a outra. Mas isso não significa que a educação científica não possa ter um projeto formativo capaz de levar os alunos a se apropriar de algum conhecimento científico, proporcionando-lhes novas compreensões acerca da realidade.

Essa perspectiva da contextualização está muito presente, por exemplo, nos PCNs+. As pesquisas a respeito do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) têm objetivos formadores e ênfases curriculares que se aproximam da dimensão sócio-histórica da contextualização⁵. Em certo sentido, todas essas inovações metodológicas almejam ampliar os objetivos do ensino das Ciências para além do mero acúmulo de informações ou transposições mecânicas de técnicas de resolução de exercícios. Trata-se de promover uma *educação problematizadora*, em oposição ao que Paulo Freire chamava de *educação bancária*.

As contribuições de Freire para o ensino de Física já foram objeto de algumas pesquisas e projetos⁶. Para o autor, educador e

⁵ Para mais detalhes, ver Cruz e Zylbersztajn (2001) e Ricardo (2007).

⁶ Ver Delizoicov e Angotti (1992) e Delizoicov (2008).

educando deverão estabelecer um diálogo, rompendo com práticas tradicionais de ensino, a fim de que a realidade seja percebida e que se transforme em objeto de reflexão. Por meio da ênfase nos aspectos históricos e da discussão das situações que se colocam como obstáculos para a compreensão da realidade vivida pelos sujeitos, a proposta educacional de Freire procura estabelecer uma relação dialética com o mundo. Ou seja, propõe uma *praxis* educacional que transcende a simples utilização de conhecimentos na prática, pois implica reflexão, ação e transformação, tanto da realidade vivida como do sujeito que a vive. Desse modo, a tríade *codificação – problematização – descodificação* é central na abordagem freiriana. A codificação de uma situação existencial é a sua representação, a mediação entre o contexto real e o contexto teórico. A problematização é o diálogo não apenas com a realidade do sujeito, mas também entre o professor e o aluno, a fim de que este se reconheça na representação. E a descodificação é a análise crítica e a exteriorização da visão de mundo do sujeito.

A relação dialética entre o homem e o mundo se verifica mais uma vez quando Freire defende que a leitura da realidade compartilhada deverá se dar em tempo real, histórica e socialmente situada. É uma leitura/compreensão que não se separa do próprio homem/sujeito. Portanto, ao mesmo tempo em que há uma abstração dessa realidade, ocorre também uma aproximação com o sujeito, pois este “se reconhece na representação da situação existencial ‘codificada’, ao mesmo tempo em que reconhece nesta, objeto agora de sua reflexão, o seu contorno condicionante em e com que está, com outros sujeitos” (Freire, 1985, p. 114). Vale destacar, no entanto, que essa compreensão da realidade transcende o espaço físico próximo do aluno, embora possa ser o ponto de partida. Essa transcendência visa a libertar o sujeito, segundo Freire, da não consciência de sua situação existencial. Ou seja, espera-se que os saberes ensinados tenham sentido para o aluno, na medida em que possam ser mobilizados em contextos fora dos muros escolares.

A relação didática e as situações de aprendizagem

Depois de discutidos três enfoques possíveis para a contextualização – a saber, o didático, o epistemológico e o sócio-histórico –, e de haver esclarecido algumas compreensões discutíveis para um ensino de Física contextualizado, uma nova pergunta se apresenta: Como tratar isso didaticamente? A resposta para essa pergunta exige a ideia da problematização.

Uma das formas sugeridas para tratar os saberes a ensinar de modo a amenizar a descontextualização sofrida na Transposição Didática é o uso da História da Ciência. Esta poderia fazer uma recontextualização interna, localizando dentro do corpo das teorias científicas seu contexto histórico de elaboração. Entretanto, conforme foi discutido anteriormente, os significados dos problemas e questões que levaram à construção dos saberes científicos não são os mesmos para alunos e cientistas. Assim, uma localização histórica da formulação de um fenômeno estudado terá sentido dentro do corpo teórico em questão e não necessariamente para o educando⁷. Além disso, a resposta dada ao problema supostamente recontextualizado não será necessariamente contextualizada, pois também ela passará pelos processos de didatização. Embora o uso da História da Ciência seja relevante, parece que seu uso como recontextualização histórica não é suficiente.

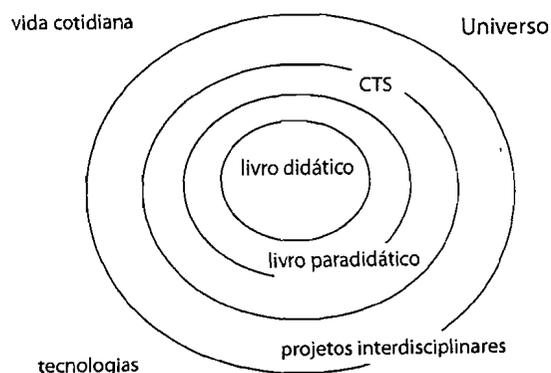
O mesmo ocorre com a ideia da problematização como sendo a prática de um diálogo entre professor e alunos no início de cada aula para levantar suas concepções acerca de determinado conceito científico. Não se trata apenas de um levantamento das concepções alternativas dos educandos, mas de estabelecer um diálogo no qual eles tenham efetiva participação. Frequentemente, os diálogos se resumem a perguntas relacionadas ao conteúdo que se pretende ensinar. Em curto espaço de tempo os alunos estarão sem recursos cognitivos para prosseguirem com o diálogo, ou suas respostas se resumirão em

⁷ Para mais detalhes, ver Robilotta (1988).

afirmações ou negações. Na abertura de capítulos de livros didáticos é comum encontrar ilustrações ou fotos que nada ou muito pouco têm a ver com o conteúdo que se segue.

Os conteúdos escolares e os materiais didáticos são apresentados de modo excessivamente artificial, resultado de escolhas ocorridas no processo de Transposição Didática, que procuram satisfazer mais questões de ordem prática do que didática. Isso leva os alunos a não reconhecerem a Física fora da escola. O esquema 2.1 ilustra essa dificuldade:

Esquema 2.1



Os conteúdos de Física presentes nos manuais e livros didáticos se encontram distantes da vida cotidiana, das tecnologias, enfim, do mundo dos alunos. O esquema 2.1 ilustra os graus de abordagem dos objetos de ensino, sem estabelecer hierarquias. É possível que em alguns casos haja aproximações. Mas, em parte por exigências da própria estrutura escolar, que impõe uma certa rotina aos professores e alunos, o livro didático está praticamente isolado do mundo real, da vida cotidiana. O uso de novos materiais, como os paradidáticos, e inovações curriculares com outras ênfases, como a aborda-

gem CTS ou projetos interdisciplinares⁸, buscam, em certa medida, essa aproximação, pois trazem novos elementos aos conteúdos disciplinares estritos. A Tecnologia é constantemente reduzida a uma Ciência aplicada, servindo para justificar a importância da Ciência. Todavia, a Física ensinada tem muito pouco a ver com a Tecnologia. Esta, na maioria das vezes, não é reconhecida como uma prática produtora de saberes próprios e, portanto, uma possível referência de saberes a ensinar⁹.

O esquema 2.1 esclarece também o risco de reduzir a contextualização a ilustrações e exemplos tirados do cotidiano. A forma como os conteúdos escolares estão estruturados nos manuais e livros didáticos não favorece essa aproximação. Por isso, é comum os professores afirmarem que é difícil fazer esse exercício didático. Um ensino de Física contextualizado, problematizado, deverá ser construído a partir de situações de aprendizagem bem definidas.

Essas situações de aprendizagem se localizam no centro da relação didática que se estabelece entre professor – aluno/alunos – saberes a ensinar, conforme foi anunciado anteriormente. Se um desses atores for negligenciado ou esquecido, a relação didática não se constitui. É a situação de aprendizagem que irá fazer funcionar a relação didática. Perrenoud (2000) destaca que um dos desafios do professor é justamente organizar e dirigir situações de aprendizagem. Para isso, reconhecer as representações dos alunos, os obstáculos à aprendizagem, a elaboração de sequências didáticas e o conhecimento dos conteúdos a ser ensinados são atribuições fundamentais. Para o autor, as situações de aprendizagem deverão ser significativas, problematizadoras e contextualizadas.

Entretanto, cada um dos atores da relação didática comporta outras variáveis, que a tornam dinâmica e complexa, como as rela-

⁸ Exemplos de projetos interdisciplinares nessa perspectiva podem ser encontrados em Fourez (2001).

⁹ Para mais discussões acerca das concepções dos professores a respeito da tecnologia, ver Ricardo *et al.* (2007).

ções pessoais com os saberes, os jogos de tensão entre as várias esferas do sistema de ensino (pais de alunos, professores, alunos, direção, secretarias de ensino, exames vestibulares) e os programas curriculares. Essa relação didática se insere em um espaço físico definido: a escola. Nesse caso, os hábitos e rotinas também passam por uma negociação¹⁰. Gerenciar o tempo disponível, administrar a indisciplina, por exemplo, fazem parte do cenário escolar.

Torna-se fundamental, desse modo, o professor compreender o percurso dos saberes a ensinar, tal como sugere a noção de Transposição Didática, pois não será possível ensinar tudo, mas apenas aquilo que seja essencial, relevante. No interior de uma situação de aprendizagem, o professor não poderá deixar tudo explícito ao aluno, já que isso levaria a uma lógica de exposição linear de acúmulo de informações e supostos pré-requisitos, cujos propósitos estão longe da compreensão do educando. Uma situação de aprendizagem problematizadora deverá colocar o aluno não apenas diante da falta de um conhecimento, mas face à necessidade de um conhecimento.

A problematização

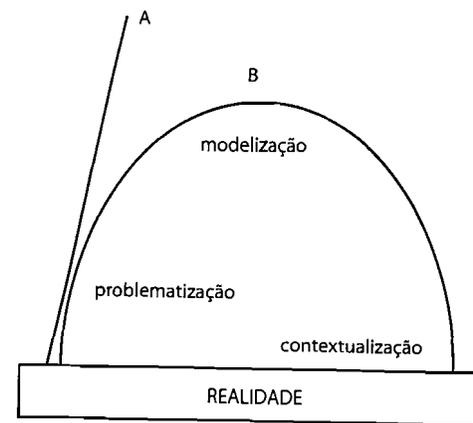
As discussões anteriores mostram que um ensino de Física contextualizado não se resume a relações ilustrativas com o cotidiano dos alunos, ou com exemplos de aplicações da Física. Um ensino contextualizado é o resultado de escolhas didáticas do professor, envolvendo conteúdos e metodologias, e com um projeto de ensino bem definido. Parece claro, também, que um conjunto de estratégias didáticas precede a contextualização. Esse é o papel da problematização.

A problematização consiste na construção de situações-problema que irão estruturar as situações de aprendizagem, dando-lhes um significado percebido pelos alunos. O filósofo Gaston Bachelard (1996) já alertava que havia a necessidade de construir problemas

¹⁰ Brousseau (1986) chama esse conjunto de expectativas e responsabilidades recíprocas entre professor, alunos e saberes a ensinar de Contrato Didático.

que não são postos pelos alunos. Os problemas científicos não são naturais para os educandos. Karl Popper (1974) também destacou que na escola se ensinam respostas a perguntas que não foram feitas. Nesse sentido, Vlassis e Demonty (2002), ao discutirem as características de uma situação-problema, afirmam que “por mais evidente que isso possa parecer, a situação deve verdadeiramente pôr um problema aos alunos” (2002, p. 40). Evidente talvez, mas não trivial. Na sequência, os autores salientam que “uma situação-problema não se define somente pela situação propriamente dita, mas também pela maneira como o professor explora essa situação” (Idem). As situações-problema, portanto, não se constituem por si mesmas; não se trata de ilustrar os assuntos a serem ensinados e diluí-los em generalidades. Trata-se de construir um cenário de aprendizagem, com pontos de partida e de chegada bem definidos. O esquema 2.2 a seguir sintetiza essa ideia:

Esquema 2.2



A curva A representa uma interpretação simplificada da contextualização, que é a de partir de exemplos, ilustrações, casos da realidade, mas sem um retorno a esta. O fim é o saber escolar siste-

matizado em situações didáticas excessivamente artificiais, que têm sentido no interior da própria escola. Pode ocorrer também o contrário: partindo-se dos saberes sistematizados, exige-se dos alunos que façam alguma relação com o seu cotidiano. As discussões precedentes já mostraram que isso é pouco provável de acontecer. A realidade aqui assume o *status* de mera motivação, se é que cumpre tal papel.

A curva *B* toma a realidade, ou uma parte dela, como ponto de partida e de chegada. Ela exige uma competência crítico-analítica dessa realidade a partir da sua problematização. A contextualização se dará no momento em que se retorna a essa realidade, com um novo olhar, com possibilidades de compreensão e ação. A contextualização sucede a problematização e a teorização ou modelização. É na etapa da modelização que os saberes a ensinar serão trabalhados. Ela responde, em certo sentido, à seguinte pergunta: que saberes são necessários para se compreender a situação-problema que se apresenta nesse momento? É por isso que tal situação tem de ser construída. Ela não é dada nos programas ou livros didáticos. Para Delizoicov (2001), uma situação-problema deveria ter “o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor” (p. 133).

Assim, uma situação-problema não poderia gerar um diálogo entre professor e alunos cujas respostas da parte destes sejam apenas sim/não, contra/a favor, conheço/não conheço, sei/não sei. A problematização se consolida também nas interações dentro da sala de aula, pois é algo da realidade dos alunos que está sendo analisado, confrontado e questionado. Uma situação-problema pode/deve levar à formulação de outros problemas. Daí o alerta feito por Vlassis e Demonty (2002) acima em relação à forma como as situações são exploradas pelo professor.

No entanto, uma situação-problema que não seja significativa para os alunos, ou cujo significado não esteja claro, corre o risco de se esvair em trabalhos infrutíferos e fazer com que os alunos busquem, ou mesmo exijam do professor, respostas prontas. Vale lembrar que, na estrutura escolar, é comum a prática de dar respostas,

mesmo para perguntas que não foram feitas, conforme alertou Popper. Segundo Meirieu (1998), “atualmente, os alunos não têm mais encontrado, em sua história pessoal, cultural e social, quando o professor ‘ensina a lição’, o problema ao qual esta responde” (p. 171). O autor chama essa prática de pedagogia da resposta em contraponto a uma pedagogia do problema.

As situações-problema terão de ser estruturadas e organizadas de tal modo que se apresentem como um problema de fato, mas que, ao mesmo tempo, os alunos vislumbrem possibilidades de alcançar a solução. Ou seja, as situações devem contemplar começo, meio e fim, pois de outro modo se reduziriam à situação descrita na curva *A* do esquema 2.2. Meirieu (1998) define uma situação-problema como sendo “uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa” (p. 192). A situação-problema é meio para a aprendizagem. Mas, uma situação-problema também poderá levar os alunos a mobilizar seus conhecimentos e suas representações, questionando-as, lançando novas hipóteses e elaborando novas ideias (Astolfi *et al.*, 2002).

Finalmente, cabe lembrar que o professor deverá administrar uma heterogeneidade em classe; seja de distintos tempos de aprendizagem, seja do empenho dos alunos, tanto em grupos como individualmente, seja de acesso à informação, entre outras. Em maior ou menor grau, isso é inevitável. Aliados a isso, um programa extenso e o pequeno número de aulas acabam engessando o professor. Entretanto, isso não impede a prática de um ensino de Física contextualizado; ao contrário. Na medida em que se pretende envolver mais os alunos, as participações individuais e coletivas serão incrementadas. Em relação ao tempo, mais que em outras situações, um ensino contextualizado exigirá a escolha de conceitos e noções centrais, em torno das quais as sequências didáticas serão estruturadas¹¹. Um bom

¹¹ Um exemplo de sequência didática nessa perspectiva pode ser encontrado em Sousa *et al.* (2007). Um programa de Física para todo o Ensino Médio pode ser encontrado em Delizoicov e Angotti (1992).

domínio dos conteúdos específicos é condição necessária, assim como a superação da ideia de que os saberes a ensinar só podem ser organizados em sequências lineares apoiadas em supostos pré-requisitos. Isso permitirá determinar o grau de aprofundamento necessário a cada assunto, conceito ou teoria a ser ensinados, bem como as estratégias e os recursos a ser empregados na elaboração e implementação das situações-problema.

Referências bibliográficas

ASTOLFI, J. et al. *As palavras-chave da didática das ciências*. Lisboa: Instituto Piaget, 2002.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC, SEMTEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BROUSSEAU, G. Fondement et méthodes de la didactique des Mathématiques. In: *Recherches en Didactique des Mathématiques*, v. 7, n. 2, p. 33-115, 1986.

BUNGE, M. *Teoria e realidade*. Tradução: Gita K. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva, 2008.

CHEVALLARD, Y. *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1991.

CHEVALLARD, Y. Les processus de transposition didactique et leur théorisation. In: ARSAC, G. (Orgs.). *La Transposition Didactique à l'Épreuve*. Paris: La Pensée Sauvage, 1994.

CRUZ, S. M. S. C.; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M.

(Org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

CUPANI, A. A objetividade científica como problema filosófico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 6, número especial, p. 18-29, 1989.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. *Física*. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

DELIZOICOV, D. La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 2, p. 37-62, jul. 2008. Disponível em: http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/numero_2/artigos/demetrio.pdf.

EISBERG, R.; RESNICK, R. *Física Quântica*. 6. ed. Tradução: Paulo Ribeiro, Enio Silveira e Marta Barroso. Rio de Janeiro: Campus, 1988.

FOUREZ, G. Interdisciplinarité et îlot de rationalité. In: *Revue Canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, v. 1, n. 3, p. 341-348, jul. 2001.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*. Tradução: André S. Azevedo e José Paulo S. Azevedo. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2003.

JACKSON, JOHN D. *Classical Electrodynamics*. USA: John Wiley & Sons, 1998.

JONNAERT, P. Dévolution versus Contre-dévolution! Um tandem incontournable pour le contrat didactique. In: RAISKY, C.; CAILLOT, M. (Eds.). *Au-delà des didactiques, le didactique: débats autour de concepts fédérateurs*. Bruxelles: De Boeck & Larcier, 1996.

MEIRIËU, P. *Aprender... sim, mas como?* Tradução: Vanise Dresch. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

NUSSENZVEIG, M. *Curso de Física Básica*. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2002.

PATY, M. *A Matéria Roubada: a apropriação crítica do objeto da física contemporânea*. Tradução: Mary Barros. São Paulo: Editora da USP, 1995.