

Pesquisa em Ensino de Física

A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório

(*The students' conceptions about high school's physics subject: an exploratory study*)

Elio C. Ricardo¹ e Janaína C.A. Freire

Curso de Física, Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, Brasil

Recebido em 26/9/06; Aceito em 17/11/06

Este artigo apresenta e discute os resultados de um estudo exploratório realizado com alunos do nível médio de duas escolas do Distrito Federal. O objetivo foi identificar suas concepções acerca do ensino da física e elaborar um cenário de investigação para futuros professores de física. A fim de superar o simples discurso especulativo, os saberes escolares e as práticas educacionais são questionados e três temas que surgiram durante a pesquisa são retomados: a relação entre a física e a tecnologia, a física e a matemática e a física e o cotidiano.

Palavras-chave: saberes escolares, práticas educacionais, física e tecnologia, física e matemática, física e cotidiano.

This paper presents and discusses the results of the exploratory study with high-school students of two state schools of Distrito Federal. The main objective was to identify their conceptions about physics teaching and to build a scenario of investigation to future physics teachers. In order to overcome the speculative discourse, the school knowledge and the educational practices are questioned and three subjects are exploited: the relationship between physics and technology, physics and mathematics, physics and daily life.

Keywords: school knowledge, educational practices, physics and technology, physics and mathematics, physics and daily life.

1. Introdução

O contexto escolar atual está cada vez mais associado às incertezas, à diversidade, à heterogeneidade e a novos desafios. Da escola se exige uma formação compatível com o chamado mundo contemporâneo, no sentido de assegurar uma preparação para o enfrentamento do que se espera encontrar depois dela. Isso fica mais evidente em um ambiente de crises econômicas e crescente desemprego. Não é por acaso que a importância da escola, e da educação de modo geral, domina os discursos em todas as áreas, tais como: econômica, empresarial, política, governamental e acadêmica. Mas, será que todos falam, efetivamente, da mesma coisa? Será que os objetivos e o papel da escola na constituição de uma sociedade são claros? Paradoxalmente, a adesão dos alunos ao projeto escolar está se enfraquecendo. Ou seja, a estrutura escolar atual parece estar cada vez menos capaz de atender às expectativas dos seus alunos, embora o número de matrículas tenha crescido consideravelmente nos últimos anos.

Entretanto, esse cenário pode esconder uma excessiva fatalidade, na medida em que, talvez, os desafios

da escola não sejam tão novos como se pensa e nem sua heterogeneidade ou diversidade. É certo, todavia, que o mundo passa por transformações sociais, políticas e econômicas que acentuam as diferenças e evidenciam a competitividade. Mas, ao mesmo tempo, a leitura superficial do problema pode levar a uma atitude fatalista, priorizando tão somente uma adaptação, e a situação existencial concreta, ou ainda a análise crítica desta acaba perdendo importância em detrimento de falsas prioridades. Assim, qualquer possibilidade de mudança é fragilizada.

O ensino médio é o nível escolar que mais sente essa pressão social, pois sua conclusão coincide com a idade em que os jovens estarão ingressando no mercado de trabalho, embora alguns já o tenham feito, ou darão prosseguimento em seus estudos, vislumbrando uma profissão técnica ou de nível superior. Isso faz com que permaneça no ensino médio dicotomias que a LDB/96 pretende superar, a saber: preparação para o vestibular *vs.* formação profissional; ou ensino propedêutico *vs.* ensino profissionalizante. Ocorre, todavia, que um ensino apoiado unicamente no acúmulo de saberes acaba atendendo apenas a uma minoria que terá a chance de

¹E-mail: elio_ricardo@hotmail.com. Apoio PRPGP/UCB-DF.

continuar seus estudos.

Um ponto importante da LDB/96 é a nova identidade dada ao ensino médio: a de etapa final da educação básica. Isso exige, entre outras coisas, que esse nível de ensino não esteja direcionado unicamente à preparação para o vestibular, tampouco para uma formação profissional, muito embora tais aspectos não sejam ignorados nos princípios da lei. Desse modo, o ensino médio deveria assegurar a formação geral suficiente para que o aluno pudesse decidir sobre seu futuro. No entanto, isso parece longe de acontecer, pois a escola ainda não incorporou esse espírito em seus projetos. E, apesar dos Parâmetros Curriculares oferecerem orientações que sintetizam algumas alternativas que as pesquisas na área de ensino vinham sugerindo e contemplem as expectativas desse novo ensino médio, são pouco discutidos no ambiente escolar e, por conseguinte, suas propostas se encontram distantes da sala de aula [1,2].

Esse quadro descrito acima sugere a necessidade urgente de se (re)pensar a estrutura escolar e as práticas educacionais correntes, mas, por outro lado, há ainda um sentimento de recusa em relação aos documentos do MEC, com justificativas nem sempre sólidas, apoiadas, muitas vezes, em obstáculos que assumem *status* de verdade para alguns professores, com argumentos do tipo: são documentos feitos por quem não conhece a sala de aula! São bonitos no papel, mas na prática não funcionam!

Evidentemente, uma aceitação irrestrita, sem discussão e reflexão, tanto das Diretrizes Curriculares, como dos Parâmetros Curriculares, também não parece ser um caminho adequado, mas a atitude reacionária acaba levando a uma permanência de práticas envelhecidas, apegadas excessivamente aos livros didáticos e aos exames vestibulares. Essa atitude se torna ainda menos recomendável quando se exige um professor capaz de gerenciar as incertezas e a heterogeneidade e de criar situações de aprendizagem que assegurem aos alunos a pertinência dos saberes escolares.

A partir dessa perspectiva desenvolveu-se o presente trabalho. O objetivo foi realizar um estudo exploratório a respeito das concepções dos alunos do ensino médio acerca da disciplina de física. No entanto, não se trata apenas de levantar os problemas, mas de elaborar um cenário e transformá-lo em objeto de investigação, a fim de oferecer aos envolvidos instrumentos para uma análise e reflexão das práticas e dos saberes escolares. Para tanto, alguns temas oriundos do estudo realizado foram eleitos para aprofundamento nos itens finais.

2. Aspectos metodológicos

A presente pesquisa foi desenvolvida durante o primeiro semestre do ano de 2005, por alunos da disciplina de Prática de Ensino em Física I, do curso de Licenciatura em Física da Universidade Católica de Brasília. A mesma pesquisa se repetiu no semestre seguinte daquele ano e, ao todo, envolveu dezoito turmas de ensino médio de escolas públicas, num total aproximado de trezentos e cinquenta alunos.

Entretanto, neste trabalho foram utilizados os materiais de quatro turmas de ensino médio de duas escolas de localidades distintas do Distrito Federal. Pesquisou-se uma turma de primeiro ano e outra de terceiro ano em cada uma das escolas, perfazendo um total de noventa alunos. Essa amostra foi considerada suficiente para representar o perfil do total investigado,² uma vez que há sobreposição de informações³ referentes às concepções e/ou representações sociais da física escolar.

O instrumento utilizado para a coleta dos materiais foi o questionário aberto, pois o número de entrevistados era grande e não haveria tempo disponível com cada aluno para entrevistas de outra natureza. Além disso, buscou-se realizar, nesse momento, um estudo exploratório, o qual possibilita ao “investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema”.⁴ Ou seja, como se estava trabalhando com futuros professores, a natureza exploratória da pesquisa teve como objetivo fazer surgir da prática cotidiana elementos necessários para prosseguir em pesquisas futuras, superando exercícios especulativos e utilizando instrumentos teóricos discutidos em sala para a análise e reflexão dos aspectos histórico-sociais, possíveis causas, contradições e significados das posições assumidas pelos entrevistados. Procurou-se evidenciar muito mais a relevância de se (re)pensar a escola e as práticas docentes a esgotar o assunto neste trabalho.

Desse modo, o questionário aberto se aproximava melhor das perspectivas colocadas para a pesquisa e evidenciou, inclusive, uma grande dificuldade de expressão escrita pelos alunos do nível médio. Após o preenchimento e entrega dos questionários, iniciava-se um diálogo no grande grupo com os alunos (do nível médio) que responderam o questionário, a fim de verificar se algum tema relevante teria escapado no momento da elaboração das respostas e, se sim, balizar melhor as análises posteriores dos materiais obtidos. As perguntas realizadas foram: a) Você gosta de estudar física? Por quê?; b) Qual a diferença que você vê entre a física e a matemática?; c) Você acha o ensino de física importante? Por quê?; d) Em sua opinião, como seria um(a) bom(a) professor(a) de física? e e) Você vê relação com o que aprende em física com o seu cotidiano e com as

²Foram pesquisadas também algumas escolas privadas, mas não estão incluídas neste trabalho.

³Evidentemente, há singularidades, mas expressam bem mais histórias e contextos individuais do que uma concepção e/ou representação acerca da disciplina.

⁴Ref. [3], p. 109.

tecnologias?

É importante ressaltar que esse instrumento de pesquisa foi elaborado pelos alunos da disciplina de Prática de Ensino em Física I e teve como ponto de partida as discussões feitas em sala de aula sobre algumas das dificuldades dos alunos em aprender física já presentes na literatura. Certamente, outros questionamentos poderiam ser feitos, mas no presente momento essas indagações pareceram centrais para que a turma elaborasse um cenário das concepções que os alunos têm em relação à disciplina que irão ensinar em um futuro próximo.⁵

Procurou-se aqui dar um enfoque de pesquisa qualitativa, conforme Triviños [3], aos materiais coletados, por entender que seria importante compreender também o processo ao invés de centrar-se unicamente no produto. Foi uma tentativa de aproximar aspectos quantitativos de uma reflexão qualitativa, visando à superação da dicotomia quantitativo – qualitativo. Esse exercício faz parte da formação dos futuros professores. Ou seja, ir além do que os dados podem mostrar.

3. Discussão dos resultados

Embora os materiais obtidos recebam aqui um tratamento qualitativo, o enfoque estatístico pode reforçar alguns pontos que mereceriam ênfase especial, até para verificar que escondem representações e concepções não reveladas em um primeiro olhar para respostas objetivas. Para a quarta pergunta, que faz referência ao professor de física, não foi possível um tratamento estatístico dada a diversidade das respostas, as quais serão tratadas apenas qualitativamente. No Apêndice, encontra-se a tabela com os resultados quantitativos.

3.1. Gostar de estudar física

Em relação à primeira pergunta, 45,5% dos alunos responderam que gostam da física. Mas, o que poderia parecer uma aceitação razoável esconde que cerca de um terço desse percentual fez essa afirmação porque gosta de cálculos, conforme se observa em alguns exemplos:⁶

“Sim. Por que é uma matéria muito dinâmica. Gosto de fazer contas.” (aluno do 1º ano)

“Sim pois a física mexe com coisas que são transformadas e física usa calculos e eu me desempenho melhor em materias que utiliza o calculo apesar da fisica mexer com formulas tambem tem o nome de muitos filosofos e tudo que pede raciocinio e otimo.” (aluno do 1º ano)

“Sim, porque eu gosto muito de cálculos.” (aluno do 3º ano)

“Gosto, além de ser interessante é matemática em cima de formulas, que é utilizada também em outras matérias.” (aluno do 3º ano)

Embora seja indispensável a habilidade matemática na física, não é a única e, tampouco, esta se reduz àquela. Assim, verifica-se que esses alunos tiveram acesso a um ensino de física excessivamente preso à matematização e à aplicação de fórmulas, conforme fica claro na última declaração, na qual o aluno se refere à física como “matemática em cima de fórmulas”. Na segunda fala observa-se que o aluno mencionou a presença de filósofos na disciplina e acaba fazendo uma confusão ao relacionar esta com “coisas que são transformadas”, o que caracterizaria melhor a química e não a física. Outras respostas ilustram uma compreensão fragmentada da física:

“Sim pois gosto de calcular áreas, para ter condições sair me melhor no meu dia a dia.” (aluno do 3º ano)

“Gosto porque si tem a noção de medidas de peso, velocidade, si tem a base de energia também quilometragem, massa e é importante para a matemática.” (aluno do 1º ano)

“Sim, porque nos podemos calcular a velocidade de objetos, as distancias percorridas e etc. sem contar que em algumas profissões temos que usar esses cálculos.” (aluno do 1º ano)

Mais uma vez a redução da física aos cálculos é observada, além de uma confusão na primeira fala, relacionando a física com cálculo de área e, note-se, trata-se de um aluno de terceiro ano. Na última declaração verifica-se uma relação com conceitos básicos da física, em especial da cinemática, o que é natural em se tratando de aluno do primeiro ano. Interessante perceber que na primeira e na última resposta dos alunos há menção ao dia a dia e a profissões que podem se utilizar de conhecimentos físicos. Parece haver uma representação social implícita do reconhecimento da importância da física, embora seu ensino, na maioria dos casos, não seja condizente com essa expectativa, conforme será discutido mais adiante. Há também algumas justificativas mais pragmáticas, referindo-se especialmente a provas de concursos. A respeito dessa legitimação cultural da física, um exemplo pode esclarecer:

⁵De um semestre para outro houve pequenas modificações nas questões elaboradas, mas não interferiram nos resultados.

⁶Todas as respostas dos alunos foram transcritas literalmente no presente trabalho.

“Eu sei que é necessária mas eu não gosto muito da física, quando começa a ter aqueles problemas eu me complico demais acho que se eu conseguisse entender a matemática não me complicaria tanto na física.” (aluno do 1º ano)

O que para alguns é motivo para gostar da física, para outros torna-se obstáculo, conforme se verá mais adiante. Entretanto, algumas respostas exprimem uma compreensão das potencialidades da física escolar e expressam um gosto pela disciplina, como se observa nas falas a seguir:

“Sim, porque é importante para o nosso conhecimento, e também a Física é sempre um desafio e que é sempre um prazer pessoal e para proveito da comunidade.” (aluno do 1º ano)

“Sim. Porque através da física podemos descobrir várias coisas legais, nos experimentos podemos descobrir coisas que jamais descobriríamos sozinhos. Com isso podemos até nos tornarmos grandes cientistas.” (aluno do 1º ano)

“Sim. Porque estudando física eu entendo melhor o mundo.” (aluno do 3º ano)

“Gosto. Física tem relação com o nosso cotidiano.” (aluno do 3º ano)

Verifica-se que alguns alunos depositam uma expectativa na disciplina, a qual lhes proporcionará melhor compreensão do mundo e das coisas que os cercam. Vale destacar que esse sentimento foi mais comum nos alunos de primeiro ano, os quais ainda viram pouca coisa da disciplina, especialmente se se considerar que a cinemática se estende freqüentemente por todo o primeiro semestre. Na primeira fala o aluno destaca o prazer pessoal que o conhecimento do mundo pode dar e faz referência a aspectos coletivos. Normalmente, quando se pretende justificar o ensino da física, apoia-se mais nos aspectos sociais e suas relações com essa ciência do que na dimensão pessoal do desejo de conhecer as coisas. São difíceis as respostas bem estruturadas, mas algumas se aproximam disso. A declaração a seguir é um bom exemplo, embora não expresse um gosto incondicional pela física:

“As vezes sim: porque a física nos dar mais entendimento do nosso dia a dia. Como por exemplo: como funciona o ar condicionado sabemos que o ar frio é mais denso e desse e o ar quente sobe. Quando fechamos a geladeira e ela prende. Isso é muito mais.” (aluno do 3º ano)

Como se salientou anteriormente, alguns alunos afirmam gostar de física porque tal disciplina contém cálculos. Curiosamente, um significativo número entre os que não gostam de física o fazem justamente porque esta disciplina contém muito cálculo, conforme se observa em algumas falas:

“Não: porque eu acho uma matéria muito difícil dar muita dor de cabeça p/ fazer os calculos: e quando pega um professor ruim ainda é pior.” (aluno do 3º ano)

“Não. É um assunto muito cansativo, e como envolve calculo fica mais chato estudar as vezes.” (aluno do 1º ano)

“Não, pois tem calculos muito grandes as vezes as conta da errada por causa do macete. que varia com muita facilidade.” (aluno do 1º ano)

A grande maioria das respostas dos alunos à primeira pergunta foi simplesmente “sim” ou “não”. Algumas delas, no entanto, trazem mais informações, como é o caso da primeira fala acima, que remete a aspectos didáticos de alguma experiência que o aluno teve em sua vida escolar, já que se trata de um aluno de terceiro ano. Ele atribui a dificuldade de se aprender física aos cálculos e ao professor. Na segunda fala também se pode inferir que há problemas nas práticas educativas vividas pelo aluno, pois utiliza os adjetivos “cansativo” e “chato” para descrever o que sente em relação ao ensino da física. E, na terceira fala, encontra-se um outro indício de problemas quanto aos aspectos metodológicos das aulas de física: o ensino por macetes. Esse é o preço de um ensino de física apoiado exclusivamente ou excessivamente nos exames vestibulares. Talvez, o aluno tenha feito referência ao fato de que tais artifícios para a resolução de problemas sejam aplicáveis em casos específicos, desarticulados da compreensão do problema, o que leva a maioria dos educandos a decorar a resolução mecânica desse tipo de exercício sem compreender os conhecimentos de física envolvidos.

3.2. A diferença entre a física e a matemática

A associação rasa entre a física e a matemática presente em muitas das declarações acima se confirma nas respostas dadas à segunda pergunta, pois apenas 35,5% dos alunos declararam haver diferença entre essas duas disciplinas. Para esses as diferenças são:

“A matemática é uma matéria quase sem sentido, somente cálculos e mais cálculos, a física já é mais complexa e procura entender coisas simples do nosso cotidiano querendo entender e descobrir o que está por trás em oculto dos olhos que ainda não

estão abertos.” (aluno do 1º ano)

“A matemática é uma relação entre os números e cálculos e a física tem como objetivo saber o porque ou desvendar ou achar respostas usando a matemática.” (aluno do 1º ano)

“A física e a matemática tem algo em comum pois ambas trabalham com cálculos e medidas, pois para se saber física e preciso saber matemática, ao contrário da matemática não se precisa conhecer a física.” (aluno do 3º ano)

As respostas acima relacionam a física ao cotidiano e sua capacidade em oferecer uma compreensão deste. Contém ainda o entendimento de que a matemática é uma ferramenta indispensável à física, especialmente na última declaração. Observa-se que os alunos atribuem à matemática apenas o papel de instrumento das demais disciplinas científicas, o que será discutido mais adiante, e consideram-na ausente de significado. Afirmarões como as que aparecem na primeira fala foram comuns nas respostas dos entrevistados: “a matemática é uma matéria quase sem sentido, somente cálculos e mais cálculos”. Essa impressão contamina a visão que alguns alunos têm da física, em especial aqueles que não gostam desta disciplina justamente porque contém cálculos. Mas, embora uma parte dos alunos tenha declarado haver diferença entre a física e a matemática, muitas respostas foram confusas ou apresentaram concepções acerca das duas disciplinas, o que indica dificuldades em diferenciá-las:

“A física calcula a distância e a matemática calcula os números.” (aluno do 3º ano)

“Apenas a fórmula que é usada na resolução.” (aluno do 3º ano)

“A física usa muita formula e a matemática é mais calculos.” (aluno do 3º ano)

“Na matemática as fórmulas foram criadas, mas sem explicações é aquilo e pronto. E na física é do contrário, tem um por que.” (aluno do 3º ano)

Propositadamente foram escolhidas as falas de alunos do terceiro ano para exemplificar suas representações e/ou concepções em relação à física e à matemática. Ao analisar tais respostas isso se torna mais grave, pois a maioria já passou por pelo menos dois anos de ensino dessas disciplinas. Pode-se inferir das afirmações acima que a física a que tiveram acesso em sua vida escolar não foi muito além de aplicação de fórmulas. Para um aluno de terceiro ano reduzir a

física a uma disciplina que “calcula a distância” é de se perguntar o que ficou dos outros assuntos tratados por essa área do conhecimento. Será que lhe ocorre apenas isso a respeito da física? Não se admira que não goste de estudá-la. Vale registrar uma resposta, no mínimo, curiosa dada por um dos entrevistados em relação à diferença entre a física e a matemática e que foi computada nos 35,5% que expressaram haver alguma diferença entre essas duas componentes curriculares:

“A física é mais para homens e a matemática tem mulheres também.” (aluno do 3º ano)

Essa declaração encerra uma representação social da ciência, exemplificada aqui pela disciplina de física. Como os alunos têm a matemática presente no currículo em praticamente toda sua trajetória escolar, as chances de se ter uma professora de matemática é bem maior que uma professora de física, já que têm contato com esta disciplina apenas no ensino médio, embora em algumas escolas a professora (ou professor) de ciências da oitava série discuta alguma coisa de física. Mas, a grande maioria das respostas foi que não há diferenças entre a física e a matemática, ou que são disciplinas muito parecidas. Algumas respostas ilustram essas posições:

“Nenhuma porque tudo acaba em calculo.” (aluno do 3º ano)

“Particularmente não vejo diferencia nenhuma as duas matérias envolve calculos creio que a matematica e fisica estão ligadas.” (aluno do 3º ano)

“Nenhuma a matemática faz parte da física.” (aluno do 1º ano)

“Quase nenhuma, à física é praticamente a matemática, só que, com menos cálculos de raciocínio.” (aluno do 1º ano)

Mais uma vez as respostas apontam para aspectos metodológicos que possivelmente orientaram o ensino de física que esses alunos tiveram, a ponto de não diferenciarem claramente uma disciplina da outra. Se se considerar a forma com que a física é apresentada na maioria dos livros didáticos, fica mais fácil entender as declarações acima, pois predomina a resolução de exercícios pela aplicação de fórmulas, sem qualquer discussão conceitual dos princípios físicos envolvidos. A maioria das respostas dos alunos que não vêem diferença entre a física e a matemática foi mais dramática ainda, resumindo-se em afirmações do tipo “nenhuma” ou “não sei”. Vale lembrar mais uma vez que uma parte dessas respostas vem de alunos do terceiro ano, o que torna o problema mais grave.

3.3. A importância do ensino da física

Quanto à terceira pergunta do questionário, “você acha o ensino de física importante? Por quê?”, pretendia-se verificar se haveria coerência com a primeira pergunta, pois assim se poderia identificar melhor a opinião dos alunos. Cerca de 79% dos entrevistados responderam afirmativamente a essa pergunta, o que indica que mesmo os alunos que responderam não gostar de estudar física na primeira pergunta entendem que é uma disciplina importante. Algumas falas podem exemplificar:

“Claro, com certeza, Albert Einstein, homem de grande cultura e conhecimento já fazia parte da física a tempos a tras a física é um grande mistério que ainda não foi decifrado. O homem precisa ir além dos seus limites do conhecimento a Física precisa estar mais e mais em nosso dia a dia.” (aluno do 1º ano)

“Sim, acho o ensino da física importante porque eu adoro física, principalmente a física que estuda astronomia, adoro esse assunto. A física é importante como todas as materias porque adquirimos conhecimento e depois o aplicamos para o nosso benefício.” (aluno do 1º ano)

Apesar dos erros ortográficos,⁷ são duas respostas bem elaboradas, em se tratando de alunos de primeiro ano. Na primeira, o aluno faz referência a Einstein e à necessidade permanente de ampliar nosso conhecimento. Na segunda resposta o entrevistado se refere à astronomia como um assunto de sua predileção, o que pode ser um indicativo de que tomou contato com esse tema fora da escola, pois não é usual tratá-lo no início da primeira série. Pode ocorrer, inclusive, que esse aluno se decepcione ao nunca estudar astronomia no ensino médio; ao contrário, é bem mais provável que tenha um semestre inteiro de cinemática! Esse aluno ainda faz referência à aplicabilidade da física em benefício da sociedade, uma visão rara nas respostas dadas pelos alunos. Outras declarações que reconhecem a importância do ensino da física são mais pragmáticas, tais como:

“Sim, pois se não fosse por ela nós não saberíamos explicar vários fatos, que acontecem no dia-a-dia.” (aluno do 1º ano)

“Sim, porque futuramente serve para nosso conhecimento e as gerações futuras porque estudando tudo fica mais facil, pois, se formos algum cursinho e dissermos,

nunca vi essa matéria, fica chato e vergonhoso por isso é importante esse conhecimento básico.” (aluno do 3º ano)

“Sim, para passarmos no vestibular.” (aluno do 3º ano)

“Sim, futuramente na faculdade nos concursos.” (aluno do 3º ano)

Vários alunos fizeram relação da física com explicações do cotidiano. Foi a justificativa predominante. Outros atribuem importância ao ensino da física porque está presente nos exames vestibulares, conforme se verifica nas últimas respostas.

As posições contrárias à relevância do ensino da física, embora estejam presentes em uma porcentagem baixa, são bem mais diretas, limitando-se algumas delas a categóricas “não”. Outras expressam alguma justificativa:

“Não, porque matemática já é o essencial.” (aluno do 1º ano)

“Não, porque deveria ser apenas específico para que quisesse entrar na area.” (aluno do 3º ano)

“Sinceramente, não porque eu não quero sair aprendendo tudo, e sim o que eu gosto e o que eu vou usar na minha vida.” (aluno do 3º ano)

“Não. Não serve para nada.” (aluno do 3º ano)

É lamentável que alguns alunos tenham chegado ao terceiro ano do nível médio e entendam que a física “não serve para nada”. Ou que a matemática é suficiente para se construir as competências da física, o que parece indicar a primeira fala. Isso é reflexo das opiniões anteriores em relação às diferenças entre a física e a matemática. Afirmações como essas vindas dos alunos, embora seja uma porcentagem pequena na amostra, não podem ser ignoradas, respeitando-se, evidentemente, o fato de que nem todos os alunos são obrigados a gostar de física, ou de qualquer outra disciplina escolar.

Em relação à opinião dos alunos quanto a um(a) bom(a) professor(a) de física, as respostas foram muito variadas e se resumem a adjetivos do tipo: inteligente, maluco, curioso, chato, arrogante e outros. Em muitos casos foi possível verificar a manifestação de algumas representações sociais em relação ao cientista como sendo alguém alienado do mundo e em desacordo com os costumes usuais. Algumas descrições se aplicariam ao que

⁷De modo simplificado, chama-se aqui de erro ortográfico a um conjunto de erros, como pontuação, concordância e outros. Os PCN+ para a área de Linguagens e Códigos especificam esse assunto tecnicamente.

se costuma passar da figura de Albert Einstein, o que raramente reflete a realidade. Mas algumas respostas merecem atenção especial porque se referem a aspectos metodológicos, tais como:

“Seria doutores de completo conhecimento, que trouxesse uma maneira mais profissional de levar o ensino ao aluno. Fosse talvez mais inteligente do que é. E não ficasse aqui na frente só ocupando o tempo p/ ganhar seu pobre salário. Precisam se atualizar mais. P/ que o aluno tenha confiança no ensino de seu professor.” (aluno do 1º ano)

“Que consiga dá uma aula inovadora, sem deixar que vire uma aula monótona e desmotivante.” (aluno do 1º ano)

“A professora tem que saber o que está passando realmente para os alunos ela tem que buscar renovar seu conteúdos a cada dia elaborar exercícios que desenvolva mais a vontade de aprender a matéria e que não seja uma coisa monótona.” (aluno do 1º ano)

Essas declarações são, talvez, bastante duras com os professores, pois é comum atribuir somente a estes a culpa pela situação do ensino atual. Entretanto, tais respostas não deixam de expressar um cenário comum nas escolas. O que parece recorrente nas falas acima é a monotonia das aulas de física e a necessidade de revisão dos conteúdos ensinados. Curioso que nas demais perguntas foi comum respostas curtas do tipo “sim”, “não”, “não sei”. Mas, nessa questão vários alunos tentaram elaborar melhor suas respostas. Outra regularidade na maioria das respostas foi a exigência de aulas práticas, conforme se observa nos exemplos a seguir:

“Como na física estuda muitos experimentos, logo um(a) professor(a) deveria estar mais ligados à ciência e assim dá mais aulas práticas em laboratórios.” (aluno do 1º ano)

“Seria uma pessoa que conseguisse passar para os alunos uma física mais prática e cotidiana.” (aluno do 1º ano)

“Que desse o conteúdo com muitas práticas e quase nada de teoria.” (aluno do 3º ano)

Essa exigência se associa ao que os alunos chamam de aula monótona, pois se é verdade que a maioria deles não vê diferença entre a matemática e a física, e teve contato com um ensino de física apoiado predominantemente em aplicação de fórmulas para resolução

de exercícios, então práticas de laboratório ou demonstrações seria a saída mais evidente. Isso é reforçado pela primeira fala acima, que indica certo conhecimento do aluno sobre a relação que há entre a ciência e o uso de laboratórios/experimentos, embora tal concepção merecesse maiores discussões epistemológicas. Um outro fato observado em algumas respostas é o apego dos alunos a aspectos afetivos na relação professor – aluno. Uma das respostas dada sintetiza bem essa impressão:

“Dedicada, verdadeira, atenciosa, aberta e rigorosa em seu ensinamento.” (aluno do 3º ano)

Pôde-se observar que poucas respostas à quarta pergunta fizeram referência ao domínio do conteúdo específico, embora tenham aparecido algumas. A maioria fazia menção a aspectos metodológicos, incluindo a exigência de aulas práticas e a aspectos afetivos. Aos adjetivos da declaração acima ainda se poderia incluir a *paciência*, que também apareceu em algumas falas.

3.4. A relação entre a física escolar, o cotidiano e as tecnologias

A última pergunta do questionário buscou verificar se os alunos tiveram acesso a um ensino de física que lhes possibilitasse fazer relação dessa disciplina com seu cotidiano e/ou com a tecnologia. Aproximadamente 68% dos alunos responderam afirmativamente a essa pergunta. No entanto, essa porcentagem pode esconder uma distorção, pois a minoria conseguiu justificar suas respostas ou dar algum exemplo. A maior parte dos alunos limitou-se a afirmar apenas “sim” ou “não”. Mas algumas respostas dadas procuram evidenciar essas aproximações:

“Sim, no telefones em geral.” (aluno do 3º ano)

“Sim, gosto de ler muitos livros de, eletrônica, informática, química e biologia, nesses livros já vi muitos assuntos de física, também nos vídeos games, tv, e na vida também.” (aluno do 1º ano)

“Sim, porque estudo, aprendo sobre velocidade, e é importante no meu cotidiano. Na parte de astronomia através da parceria do conhecimento da física e a tecnologia, sabemos a previsão do tempo, estudamos a terra e isso é muito importante para todos nós.” (aluno do 1º ano)

A primeira declaração é mais direta e pontual. Entretanto, as duas outras são bem mais elaboradas, principalmente em se tratando de alunos de primeiro ano, e percebe-se que o aluno consegue relacionar assuntos da física com avanços tecnológicos, salientando, no caso da

segunda fala, que viu tal assunto em outras fontes, além da sala de aula. Esse talvez seja um dos motivos pelos quais alguns dos entrevistados conseguiram responder as perguntas de modo diferenciado da maioria. Ou seja, são alunos que procuram outras referências e fontes de informação. Algumas outras declarações destacaram temas pontuais bem mais presos a assuntos da própria física e relacionados ao cotidiano, conforme ilustram os exemplos a seguir:

“Sim, eu vejo muitas coisas como por exemplo o vidro, para fazer tem que esquentar a areia a um grau muito auto e ai vira um vidro e varias cousas.” (aluno do 1º ano)

“Encontramos a física nas construções em geral.” (aluno do 3º ano)

“Sim, a eletricidade, $\Delta s/\Delta t$, a gravidade.” (aluno do 3º ano)

“Sim, exemplo: a dilatação do ferro.” (aluno do 3º ano)

São respostas que recuperam fragmentos de assuntos presentes na física escolar e têm relação com o cotidiano dos alunos. Observa-se pelo pequeno número de respostas que a maior dificuldade é articular a física com a tecnologia. Nenhuma resposta entre os noventa questionários respondidos fez essa relação. Mesmo nas respostas precedentes, em que há menção ao telefone, à eletrônica e à previsão do tempo, são relações bem mais próximas de uma física aplicada. É comum essa redução da tecnologia a mera ciência aplicada no meio escolar, conforme será tratado mais adiante. Frente à dificuldade dos entrevistados em responder essa última pergunta, infere-se que estabelecer uma relação entre a física escolar e o cotidiano e/ou a tecnologia não é uma prática usual no ensino de física a que tiveram acesso esses alunos, ou, quando ocorre, não ultrapassa a simples ilustração.

Vale ressaltar que foi levantado um perfil sócio-econômico dos entrevistados e todos pertencem a famílias de baixa renda, predominando as profissões do setor de prestação de serviços. Acesso à Internet, por exemplo, não faz parte da realidade da grande maioria desses alunos, dentre os quais alguns já trabalham.

A partir dos dados obtidos seria possível fazer muitas reflexões, inclusive em relação à dificuldade de expressão escrita dos alunos, evidenciada nas discussões precedentes. Entretanto, isso excederia as possibilidades deste trabalho. Alguns pontos principais serão retomados para uma reflexão teórica. Antes disso, será feita, a seguir, uma articulação entre as expectativas e dificuldades expressas pelos alunos e as propostas sugeridas pelos Parâmetros Curriculares.

4. A proposta de mudança dos parâmetros curriculares

O ponto de partida para a elaboração das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e dos Parâmetros Curriculares (PCN e PCN+) foi a LDB/96. As propostas contidas nesses documentos apontam para uma reforma substancial na educação básica, o que não significa que esteja acontecendo nessa proporção. Poder-se-ia dizer, inclusive, que talvez a própria dimensão da reforma não tenha sido compreendida. É bem conhecido o contexto político-econômico (ou seria melhor dizer econômico-político) em que se deu a elaboração desses documentos e qualquer discussão nesse campo excederia o espaço deste trabalho, o que não significa que se deva ignorar tais reflexões.

O Art. 35 da LDB/96, que dispõe a respeito das finalidades do ensino médio, destaca que esse nível é “a etapa final da educação básica”. Nessa direção, as DCNEM ressaltam que a educação terá um novo papel: “a formação geral, em oposição à formação específica”,⁸ o que implicará, segundo esse mesmo documento, uma reorientação nos objetivos de formação do nível médio. Ou seja, este deverá priorizar o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico do aluno. Verifica-se, portanto, que o ensino médio passa a ter uma identidade que supera tanto a formação profissional como a preparação para o vestibular. Embora tais objetivos possam ser vislumbrados, o que se espera ao final desse nível de ensino é que o aluno tenha uma formação que lhe assegure decidir seu próprio projeto pessoal: se prosseguirá nos estudos, se entrará no mercado de trabalho, ou ambos.

Busca-se, desse modo, superar um ensino que esteja voltado unicamente para aqueles que irão entrar no ensino superior. É importante lembrar que no momento em que esses documentos foram elaborados falava-se de uma taxa líquida de 25% da população entre 15 e 18 anos com escolaridade de nível médio no Brasil e uma estimativa de 12 milhões de adolescentes com idade entre 15 e 18 anos para o ano de 2007 [4]. Esses números já são suficientes para evidenciar a estratégia equivocada em oferecer um ensino médio estruturado para aquela pequena porcentagem que irá para o ensino superior. Qual formação terá a grande maioria que não ultrapassar o nível médio?

Esse cenário dá a dimensão da proposta de reforma do ensino médio e não se trata de mera revisão de conteúdos ou de práticas educacionais, o que já seria muito, mas principalmente da escola (re)orientar seus objetivos para além de seus muros. Esse é um dos pontos centrais dos Parâmetros Curriculares (PCN) e de suas Orientações Educacionais Complementares (PCN+). Nesse sentido, os PCN sugerem que a estrutura curricular deve ser orientada de modo a desenvolver “conhecimentos práticos, contextualizados, que

⁸Ref. [4], p. 16.

respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo”.⁹ Ou seja, os conteúdos e as práticas deveriam ser tais que os alunos percebessem que os saberes escolares podem auxiliá-los a compreender sua realidade vivida e não apenas para serem aplicados em resolução de exercícios idealizados e que têm sentido e validade tão somente na sala de aula.

O ensino médio como etapa final da educação básica exige que se dê sentido aos saberes trabalhados já nesse nível de ensino e não em etapas posteriores, que para muitos não ocorrerão. Todavia, os desafios não param aí, pois os processos cada vez mais globais colocam os jovens diante de um cenário de expectativas e incertezas e com exigências cada vez maiores em relação às qualificações para o emprego. Por isso, não se pode jogar para a escola a responsabilidade em resolver todos os problemas sociais oriundos de décadas de políticas excludentes. Ao mesmo tempo, a escola não pode se esquivar de exercer o papel de ambiente privilegiado de educação formal. Em que outro lugar os alunos terão encontros semanais com físicos, biólogos, químicos, historiadores, sociólogos para discutir a respeito dos mais variados temas? Desse modo, os PCN+ vislumbram objetivos futuros ao destacarem que a escola deveria “promover todos os seus alunos, e não selecionar alguns; emancipá-los para a participação, e não domesticá-los para a obediência; valorizá-los em suas diferenças individuais, e não nivelá-los por baixo ou pela média”.¹⁰

Cumprindo o seu papel de oferecer orientações e subsídios aos professores para alcançar os objetivos propostos, os PCN+ sugerem uma organização curricular a partir de temas estruturadores,¹¹ tendo como suporte os eixos da interdisciplinaridade e da contextualização.¹² Essa estratégia metodológica adotada pelos PCN+ procura relacionar conteúdos e competências, sendo que estas são entendidas como qualificações humanas amplas e múltiplas, que superam a mera memorização ou aplicação de fórmulas, ou ainda o acúmulo de informações com um fim em si mesmo, sem uma perspectiva posterior de mobilização em novos contextos. Para isso, salientam que “a contextualização 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”.¹³ Destacam ainda que possíveis articulações entre disciplinas, ou entre distintas áreas dos saberes

humanos, deveriam superar a visão de saberes escolares fragmentados e irem além de simples ilustrações.

Especificamente para a física, os PCN+ recolocam a relevância de se dar um novo sentido para o ensino dessa disciplina: “trata-se de construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade”.¹⁴ Ressaltam também que as competências têm sentido se construídas em um presente contextualizado e em articulação com outros conhecimentos. A rigor, para aquele documento, não tem sentido separar competências de conteúdos, pois aquelas são consideradas conteúdos escolares, assim como valores e atitudes também o são. Isso se torna mais claro quando os PCN+ destacam que os saberes específicos da física são pertinentes quando deixam de ter um fim em si mesmo, mas passam a “ser compreendidos como um instrumento para a compreensão do mundo”.¹⁵ Entretanto, tal posição não deveria ser confundida com uma visão pragmática, mas sim com uma dimensão humanista, conforme afirma o documento.

Na tentativa de aproximar a física escolar do mundo dos alunos e de exemplificar as ações pedagógicas desencadeadas pela estratégia dos temas estruturadores, os PCN+ sugerem que:

O desenvolvimento dos fenômenos elétricos e magnéticos, por exemplo, pode ser dirigido para a compreensão dos equipamentos elétricos que povoam nosso cotidiano, desde aqueles de uso doméstico aos geradores e motores de uso industrial, provendo competências para utilizá-los, dimensioná-los ou analisar condições de sua utilização. Dessa forma, o sentido para o estudo da eletricidade e do eletromagnetismo pode ser organizado em torno de equipamentos elétricos e telecomunicações.¹⁶

Os Parâmetros Curriculares assumem o mundo vivencial do aluno como ponto de partida para o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados e uma cultura geral que correspondam a sua expectativa, a fim de dar sentido ao que se ensina na escola. Essa tentativa de relacionar a realidade vivida e a busca de sentido na física escolar se torna mais evidente quando os PCN+ afirmam que “os critérios para seleção, estabelecimento de seqüências e o planejamento devem ter como linhas mestras as competências e a necessidade de impregnar de significado prático e visão de mundo o

⁹Ref. [4], p. 207.

¹⁰Ref. [5], p. 12.

¹¹Para a física foram propostos seis grandes temas, com seus respectivos sub-temas.

¹²Para uma discussão sobre esses temas e uma possível compreensão para o ensino das ciências, ver Ref. [6].

¹³Ref. [5], p. 31.

¹⁴Ref. [5], p. 59.

¹⁵Ref. [5], p. 61.

¹⁶Ref. [5], p. 70.

¹⁷Ref. [5], p. 80.

conhecimento físico apresentado ao jovem”.¹⁷ Embora pareça destoar um pouco do enfoque cognitivo dado às competências, o caráter prático atribuído aos saberes escolares visa a atrair o aluno e fazer com que as competências construídas se transformem em ação.

Para isso, os Parâmetros Curriculares apontam para a necessidade de uma física escolar enriquecida pelo contexto, superando-se a apresentação de saberes fragmentados e orientados apenas para a resolução de exercícios idealizados. Nesse sentido, alertam que “a formalização matemática continua sendo essencial, desde que desenvolvida como síntese de conceitos e relações, compreendidos anteriormente de forma fenomenológica e qualitativa”.¹⁸ Compreender o papel da matemática na física torna-se essencial para cumprir a sugestão acima. Esse será um dos pontos tratados no item final.

A partir das discussões precedentes é possível verificar que os PCN e PCN+ apontam para um novo ensino de física, com novas orientações tanto de conteúdos como de práticas. Se esse ensino fosse implementado nas escolas, atenderia às expectativas e poderia modificar algumas das concepções dos alunos tratadas anteriormente? Ao que parece, tanto os anseios dos alunos como os subsídios apresentados pelos documentos seguem para uma mesma direção. Todavia, os próprios Parâmetros assumem que há dificuldades para que tais propostas se tornem efetivas na sala de aula, destacando inclusive a falta de materiais didáticos e a necessidade de se repensar a formação dos professores. Esta que deveria assegurar a permanente análise e reflexão da prática docente. Seria exagero afirmar que, dessa vez, os alunos reprovaram a escola? É o tema discutido a seguir.

5. Os saberes e as práticas à prova

Toda a proposta de reforma educacional, mesmo que contemple em seus pressupostos os sentimentos de mudança dos envolvidos, encontrará vários obstáculos para ser levada a efeito. Isso não deveria ser ignorado. Na última década, principalmente, a escola vem sendo colocada em questão ou, mais precisamente, o papel da escola na sociedade e o que se pode esperar dela. Philippe Perrenoud resume bem essa preocupação ao enfatizar que os jovens “acreditam cada vez menos que o sucesso escolar irá protegê-los das dificuldades da existência. Assim, pede-se à escola que instrua uma juventude cuja adesão ao projeto de escolarização não está mais garantida”.¹⁹ Ao que parece, as expectativas e anseios de cada um dos envolvidos no ambiente escolar apontam para caminhos divergentes, quando deveria ser o contrário. Ou seja, a escola deveria estar em

consonância com um projeto social mais amplo.

Ao mesmo tempo em que não há uma adesão ao *projeto de escolarização*, cresce a demanda por vagas nos sistemas de ensino. Isso constitui um paradoxo: a escola é vista como incapaz de suprir as necessidades de formação esperadas, mas, por outro lado, há uma crescente procura por vagas, inclusive da parte daqueles que há muito haviam deixado os bancos escolares. Isso impõe à escola não apenas a revisão do seu papel na construção de uma sociedade, mas exige que compreenda o momento histórico e econômico-social no qual se encontra, pois parece evidente que suas práticas e saberes têm se mostrado frágeis para lidar com a contemporaneidade.

Conforme afirma Philippe Meirieu [8], ainda não houve uma democratização da escola, mas uma massificação e, sob a desculpa de oferecer a todos oportunidades iguais, foram mantidos os mesmos modelos pedagógicos, que antes serviam para aqueles que iriam prosseguir nos estudos. Perrenoud parece concordar com esse cenário ao destacar que “o acúmulo de saberes descontextualizados não serve realmente senão àqueles que tiverem o privilégio de aprofundá-los durante longos estudos ou uma formação profissional, contextualizando alguns deles e se exercitando para utilizá-los na resolução de problemas e na tomada de decisões”.²⁰ A revisão dessa fatalidade se impõe à escola que espera contribuir para a superação ou a diminuição das desigualdades. Isso não é tarefa fácil. Além disso, o elevado número de matrículas no nível médio implica que as estratégias didáticas e as situações de aprendizagem devem ser tais que possam administrar a heterogeneidade.

Uma das formas dos professores e futuros professores enfrentarem esses desafios é assumir uma atitude reflexiva a respeito de suas práticas e experiências superando, conforme alerta Maurice Tardif [10], a visão desta última como mero acúmulo de realizações sucessivas e revendo as representações que acabam assumindo *status* de verdade, sustentadas, muitas vezes, por compreensões parciais de modelos de ensino. Para isso, Tardif defende a necessidade de uma epistemologia da prática profissional, entendida como “o estudo do conjunto dos saberes utilizados realmente pelos profissionais em seu espaço de trabalho cotidiano para desempenhar todas as suas tarefas”.²¹ Esse é um dos pontos centrais do presente trabalho, pois foi um dos motores para a escolha de um estudo exploratório como referencial de partida para novas questões de pesquisa e para evidenciar aos futuros professores a importância em transformar as suas práticas em objeto de reflexão.

Para isso é preciso dispor de instrumentos teóricos que auxiliem a análise e iluminem as ações docentes e

¹⁸Ref. [5], p. 85.

¹⁹Ref. [7], p. 15.

²⁰Ref. [9], p. 7.

²¹Ref. [11], p. 10.

seus problemas. Nesse sentido, Perrenoud salienta que é conveniente recorrer a certos saberes capazes de equipar a reflexão sobre a realidade: “a experiência singular só produz aprendizagens se ela estiver estruturada em conceitos, se estiver vinculada a saberes que a tornam inteligível e inserem-se em alguma forma de regularidade”²². Com isso, buscou-se dar significado às discussões realizadas na sala de aula com os futuros professores, antes e depois do estudo exploratório aqui exposto. Essa necessidade se torna mais verdadeira na medida em que os professores têm dificuldades em abstrair suas experiências e dar-lhes um caráter analítico, superando um enfoque meramente discursivo e caindo em modelos simplificados e rotinizados de ensinar. Todavia, é conveniente lembrar que a própria escola impõe, em grande medida, ações rotineiras tanto aos professores como aos alunos [7, 10].

Ao lado disso permanece um outro problema: a pertinência dos saberes escolares, em particular da física, não é tão óbvia. Ou seja, não se sustenta por si mesma e, se não promover uma aproximação entre o aluno e sua realidade vivida, desaparece no momento em que as situações escolares idealizadas acabem, fazendo com que os alunos permaneçam com uma física para os exames e provas (a física escolar), e uma “física” para as suas relações com o mundo e com os outros.

Desse modo, não apenas as práticas educacionais estão à prova como também os saberes escolares. Subestimar ou negligenciar uma dessas dimensões da relação didática implica atribuir ao problema uma compreensão parcial. Yves Chevallard [13], ao recuperar as discussões de Michel Verret [14] e trazer para a matemática o modelo da transposição didática, apresentando argumentos em favor do reconhecimento de distintos saberes, desde sua produção até a sala de aula, contribui para o início de uma discussão acerca das referências dos saberes escolares. Se, por um lado, há críticas quanto à utilização da noção de transposição didática para outras disciplinas, por outro lado, depois das “denúncias” feitas por Chevallard a didatização dos saberes escolares não é mais vista sem causar certo desconforto.

Mas, em que consistem efetivamente essas denúncias? É a de que “nenhum saber ensinado se autoriza por si mesmo”.²³ Ou seja, se a física dos físicos, o que caracteriza o saber sábio para Chevallard, tem sua credibilidade assegurada pela legitimidade epistemológica, sustentada por uma comunidade científica, na perspectiva de Thomas Kuhn, a física ensinada na escola, o saber ensinado, não tem essa mesma garantia, uma vez que são distintos saberes, embora tenham uma relação, mas não de superposição. É na construção desse novo

saber, aquele presente nos programas e livros/manuais, e o que será ensinado pelo professor, que se concentra o modelo teórico de Chevallard, o qual torna possível “tomar distância, interrogar as evidências, por em questão as idéias simples, desprender-se da familiaridade enganosa de seu objeto de estudo”.²⁴ Essa possibilidade é central para o presente trabalho e se associa às expectativas de um estudo exploratório como o que foi realizado, principalmente em se tratando de futuros professores.

Essa exigência de uma constante vigilância dos saberes ensinados na escola pode ser recebida com hostilidades, pois ao ser revelado que não é a ciência física, aquela dos físicos, que está na escola, mas uma variante local didatizada, o professor se depara com dificuldades para justificar o seu ensino. Para justificar a ciência física bastava fazer referência aos benefícios sociais que ela proporciona. Já o ensino da física carece de uma legitimidade cultural, principalmente aos olhos dos alunos, que freqüentemente perguntam ao professor: por que eu tenho que aprender isso? Tal questionamento remete ao que alertou Perrenoud anteriormente. Ou seja, o aluno não sente que a escola possa lhe dizer alguma coisa. As distâncias entre a realidade vivida do aluno e os saberes escolares são tais que ao cessar as situações didáticas que originaram estes saberes, cessa também seu contexto de validade.

Ao mesmo tempo em que a noção de transposição didática é um instrumento teórico importante para a compreensão do processo de didatização dos saberes escolares, seu entendimento não é tão trivial como parece. Não se trata de mera simplificação de saberes, mas de um conjunto de reestruturação de um novo saber. Orange [16] destaca, pelo menos, três aspectos: o epistemológico, o psicológico e o pedagógico. Acrescenta ainda que “o primeiro concerne à prática de referência e a significação dos problemas que ela tenta responder; o segundo, o aluno, suas representações, suas estratégias de resolução de problemas, os obstáculos que ele encontra; o terceiro, a estrutura escolar e as condições de ensino”.²⁵ Há inclusive críticas quanto à utilização da noção da transposição didática para outras disciplinas além da matemática [17] e da visão excessivamente, talvez exclusivamente, sociológica dos saberes escolares [6].

Uma outra tentativa de resposta à questão da origem dos saberes escolares é apresentada por Jean-Louis Martinand [18] em sua noção de Práticas Sociais de Referência. Segundo o autor, “essas são atividades objetivas de transformação de um dado natural ou humano (“prática”); elas se referem a um conjunto de um setor social, e não de papéis individuais (“social”); a

²²Ref. [12] p. 52.

²³Ref. [15], p. 146.

²⁴Ref. [13], p. 16.

²⁵Ref. [16], p. 3.

²⁶Ref. [18], p. 137.

relação com as atividades didáticas não é de identidade, há somente um termo de comparação (“referência”).²⁶ Mais adiante, Martinand ressalta ainda que para ele o sentido de prática está associado a uma *praxis* transformadora e estreitamente vinculada a uma reflexão sobre a ação, o que leva a supor que ao colocar as práticas sociais como referência dos saberes escolares o autor espera que tais escolhas e, portanto, a escola atendam a objetivos sociais mais amplos.

Em outro momento, Martinand e Durey [19] colocam uma questão que expressa muito bem os objetivos do estudo exploratório aqui discutido e as reflexões teóricas subjacentes: “esses saberes escolares, dos quais se diz que são descontextualizados, desarticulados e separados da prática social que lhes fundou historicamente, são funcionais ainda hoje em uma prática exterior à escola e a qual preço?”²⁷ Teria sido uma pergunta como essa que levou Perrenoud a defender a noção de competências como orientação curricular para a escola? Esse autor, ao mesmo tempo em que questiona para quem são feitos os currículos, ressalta que “a abordagem por competências leva a fazer menos coisas, a dedicar-se a um pequeno número de situações fortes e fecundas, que produzem aprendizados e giram em torno de importantes conhecimentos. Isso obriga a abrir mão de boa parte dos conteúdos tidos, ainda hoje, como indispensáveis”.²⁸ São indispensáveis para quê? Para cumprir o programa? Parece que a urgência em analisar, discutir e explicitar de modo mais claro as razões das escolhas didáticas feitas na escola está evidente.

6. Considerações finais

A pesquisa de natureza exploratória realizada pelos futuros professores de física, tema de discussão do presente trabalho, alcançou seus objetivos na medida em que permitiu uma aproximação com o contexto escolar e a elaboração de um cenário a respeito das opiniões dos alunos em relação à disciplina de física. Além disso, a expectativa é de superar o discurso especulativo e partir para uma análise dos problemas encontrados. Isso se dá com o apoio de instrumentos teóricos que auxiliem a iluminar ao menos alguns problemas eleitos para aprofundamento e a encontrar alternativas didático-pedagógicas para enfrentá-los.

Os itens subsequentes à discussão dos materiais e dados obtidos pela pesquisa contribuem para mostrar que os documentos oficiais oferecem subsídios para mudanças substanciais na escola e, ainda que possam ser objetos de críticas pontuais, apontam para os anseios requeridos pelos alunos e, de certa forma, pela sociedade. O item seguinte, por sua vez, faz um exercício de

reflexão teórica de alguns dos problemas evidenciados pela pesquisa realizada e convida os futuros professores a superar as falsas familiaridades com os objetos investigados, as representações construídas que assumem, muitas vezes, *status* de verdade e acabam se tornando obstáculos para uma análise e crítica das práticas docentes. Talvez, para superar o discurso de que “é bonito na teoria, mas na prática não funciona” seja relevante lembrar que não se trata de tentar aplicar a teoria na prática, mas de mudar a prática. Esta sim é a que está presente na escola e, ao que sugerem as declarações dos alunos, foi reprovada, ao menos para o caso da disciplina de física.

Ao mesmo tempo em que a disciplina de física parece não ter boa aceitação entre os alunos, paradoxalmente, a ciência física desfruta de significativo prestígio na sociedade²⁹. Todavia, é preciso considerar que isso não é efeito singular da escola, pois esta não é a única instituição promotora da “cultura científica”. Essas diversas formas de comunicação a respeito da ciência, e poder-se-ia acrescentar nesse caso a tecnologia, contribuem para a construção da percepção pública da ciência. Vale destacar que isso não se dá somente com os alunos, mas também com os professores, uma vez que todos são suscetíveis a criar suas representações sociais acerca do empreendimento científico e tecnológico, com reflexos, no caso dos últimos, nas escolhas didáticas. Pode mesmo ocorrer casos em que a ciência seja de óbvia relevância para a sociedade de tal maneira que seu ensino seria, por conseguinte, naturalmente justificado. Isso é uma conclusão discutível, pois são saberes distintos, conforme tratam as reflexões anteriores.

Em certo sentido os meios não formais de divulgação científica assumem o papel que deveria ser da escola: tornar possível o acesso aos avanços da ciência a todas as pessoas, assegurando-lhes uma *alfabetização científica e tecnológica*³⁰ no sentido de garantir-lhes condições mínimas de participar de debates atuais e de tomada de decisões, pessoais e coletivas, que envolvam conhecimentos técnico-científicos em acontecimentos sociais significativos. Nesse sentido a proposta de considerar a tecnologia como objeto de ensino presente nos Parâmetros Curriculares parece apropriada. No entanto, a implementação disso na escola encontra dificuldades. Uma delas é a própria compreensão da tecnologia como um saber a ensinar. Isso aponta para os três temas que foram escolhidos a partir do estudo exploratório para serem discutidos aqui: a relação entre a ciência e a tecnologia, a física e o cotidiano e a relação entre a física e a matemática.

A tecnologia funciona, de certo modo, como uma

²⁷Ref. [19], p. 77.

²⁸Ref. [7], p. 64.

²⁹Há dados interessantes a esse respeito na Ref. [20].

³⁰Metáfora utilizada aqui no mesmo sentido atribuído por Fourez [21].

ponte entre a ciência e as pessoas em geral. Isso não significa, entretanto, que se esteja reduzindo a tecnologia a mera ciência aplicada. Um equívoco comum no cenário escolar [22]. Gérard Fourez alerta para esse problema ao afirmar que “a ideologia dominante dos professores é que as tecnologias são aplicações das ciências. Quando as tecnologias são assim apresentadas, é como se uma vez compreendidas as ciências, as tecnologias se seguissem automaticamente”.³¹ Essa transição de uma área para outra não é tão linear como se pode pensar. Há produção de saberes dentro da própria tecnologia com a interferência de muitos parâmetros, inclusive de aplicação dos saberes científicos, mas não só, pois “a construção de uma tecnologia implica em considerações sociais, econômicas e culturais que vai muito além de uma aplicação das ciências”.³² O mundo tecnológico contemporâneo é usado, muitas vezes, no contexto escolar como resposta à pergunta “por que ensinar física”. No entanto, a física ensinada tem nada ou muito pouco a ver com as tecnologias atuais. Na maior parte do tempo, esta serve apenas como simples ilustração e não é considerada como uma referência dos saberes a ensinar.

A ausência da tecnologia na formação geral é paradoxal, na medida em que cada vez mais os saberes científicos e tecnológicos estão presentes nas tomadas de decisões e as pessoas estão mais e mais dependentes dos seus avanços. Em contrapartida, em nenhum momento, ou em raras ocasiões, os alunos recebem uma formação explícita em tecnologia [24]. Mas, a pergunta que se segue é: quais saberes da tecnologia seriam pertinentes para a formação dos alunos? Talvez uma possibilidade seria associar a crescente presença de atividades relacionadas à elaboração de projetos nas escolas com a tecnologia. Embora a compreensão e implementação dessa tendência na escola seja discutível, pois em muitos casos há uma confusão entre se trabalhar com projetos e a Parte Diversificada do currículo, conforme estabelece a LDB/96, seria, por outro lado, uma oportunidade para inovações didático-pedagógicas.

Além de conteúdos que permeiam tanto a física como a tecnologia, a saber, as telecomunicações, a eletrônica, entre outros, a tecnologia como referência dos saberes escolares poderia contribuir também como referencial metodológico para elaboração e execução de projetos em seus aspectos técnicos, metodológicos e organizacionais. Além disso, podem contribuir para a construção de competências de análise de riscos, vantagens e desvantagens de escolhas feitas, ponderar as restrições e utilização de recursos de modo racional e criativo. Conforme ressaltam Utges *et al.* [25], a tecnologia integra tanto os saberes sistematizados (saber fazer) como

processos (modos de fazer) e produtos (as coisas feitas) e possibilita a compreensão crítica do mundo artificial. Essas competências poderiam integrar os currículos escolares.

Tais reflexões apontam para o segundo tema escolhido para discussão: a física e o cotidiano. A necessidade de relacionar a física escolar com o cotidiano dos alunos é um assunto presente no discurso escolar, o que não significa que esteja ocorrendo efetivamente na prática docente, para além, evidentemente, de simples ilustrações de final de capítulo. Nesse último caso, o cotidiano serviria apenas como motivação e ponto de partida para uma substituição de conhecimentos práticos e ancorados no senso comum por saberes elaborados. As pesquisas sobre concepções alternativas já mostraram que essa “substituição” não é tão simples como pode parecer, além de outros obstáculos presentes na relação didática [26]. Novamente Cajas ilustra o problema e, desse modo, destaca a importância de estudos exploratórios como este aqui apresentado ao afirmar que “o certo é que a relação entre ciência escolar e vida cotidiana quase não tem sido estudada; daí que não se tenha as ferramentas conceituais para analisá-la, nem sequer o vocabulário para falar dela”.³³

Uma possibilidade seria ampliar a noção de transposição didática daquela proposta inicialmente por Yves Chevallard para o ensino das matemáticas, que já foi tratada anteriormente. Ou seja, a compreensão desse processo de didatização dos saberes escolares poderia auxiliar a encontrar novas formas de transformar conteúdos científicos e tecnológicos em saberes escolares, ou mesmo de rever a forma como são apresentados os conteúdos disciplinares atuais. Parece trivial, mas a estrutura e a maneira como são didatizados os saberes de física do nível médio estão longe de ser as únicas possíveis. Ao contrário, é preciso *questionar as evidências* e identificar criações didáticas que não têm sentido para o aluno, tais como: associação de resistores, distribuição de elétrons em orbitais (que se resumem em “caixinhas”) e assim por diante.

A transposição didática é mais que uma simplificação ou uma translação de saberes de um contexto para outro. Trata-se da construção de um novo saber: o saber escolar. Nesse caso, é conveniente lembrar que se trata de didatizar uma física para quem não vai ser cientista e que se dispõe de pouco tempo para ensiná-la. Assim, escolhas bem feitas devem ser priorizadas em detrimento de uma extensa lista de conteúdos vistos superficialmente que funcionam, na grande maioria das vezes, apenas dentro das situações didáticas que os geraram. Veja-se as tão conhecidas expressões: desprezando-se o atrito, gases ideais, condições ideais e outras tantas.

³¹Ref. [23], p. 10.

³²Ref. [23], p. 10.

³³Ref. [24], p. 247.

Não é de se estranhar que o aluno permaneça com sua “física” para fora da escola e tenha grandes dificuldades em transpor os conhecimentos (supostamente) adquiridos para além dos muros escolares.

Cajas [24] e Delizoicov [27, 28], partindo de referências distintos, defendem que a realidade vivida pelo aluno deveria ser o contexto privilegiado da aprendizagem e da aplicação do conhecimento. O ponto de partida não seria propriamente o cotidiano, mas a análise crítica deste e se completaria com um retorno a essa realidade com novos conhecimentos que permitam não apenas sua compreensão, mas a possibilidade de resolver problemas, encontrar saídas, enfim, ampliar a relevância dos saberes escolares na vida cotidiana dos alunos. Isso se aproxima do que Paulo Freire chamou de superação da “consciência ingênua” pela “consciência crítica”.

Entretanto, é preciso entender que a física modeliza o real e atribui a este propriedades que possam ser tratadas por teorias. Constitui-se, então, o que Mário Bunge [29] chama de objeto-modelo. Esses objetos-modelos ou modelos conceituais são descritos por modelos teóricos que apreendem uma parcela do objeto representado e o experimento assume o papel de atestar se os modelos teóricos correspondem aos objetos reais, estes que são o referente de qualquer teoria física [30]. Isso é fundamental para se entender a relação entre teoria e realidade, pois freqüentemente ocorrem certas dificuldades para relacionar a estrutura formal dos saberes científicos aprendidos com o mundo real, mesmo com os professores de física. Nesse sentido, compreender o papel da matemática na construção do pensamento físico torna-se relevante, pois aquela vai além de mera linguagem de comunicação deste.

Ao que parece, a relação entre a física e a matemática não é clara entre aqueles que ensinam essas disciplinas na escola. Assim, não é de se estranhar a dificuldade dos alunos em diferenciar a física da matemática. Já foi dito que uma das causas pode ser a forma como os livros didáticos costumam apresentar a física, excessivamente presa à aplicação de fórmulas. Os próprios PCN+ destacam esse problema ao ressaltarem que a formalização matemática carece de uma compreensão fenomenológica e qualitativa. Outra razão pode estar relacionada à formação inicial dos professores e à falta de discussões epistemológicas e históricas acerca das teorias físicas. É comum encontrar professores que ao resolverem exercícios com seus alunos utilizam frases do tipo: daqui para frente não é mais física, é só matemática. Ou que atribuem a dificuldade dos alunos em aprender física a deficiências na matemática. Conforme Pietrocola, “admitir que boa parte dos problemas

de aprendizagem da física se localiza no domínio da matemática reflete um posicionamento epistemológico ingênuo – acaba-se por atribuir à segunda a função de instrumento da primeira!”³⁴ Essa é uma visão parcial, pois há dificuldades de aprendizagem que são inerentes à física e podem ter origem, por exemplo, nas concepções espontâneas dos alunos.

Essa visão equivocada do papel da matemática na construção das teorias físicas se apoia em concepções pouco claras acerca do empreendimento científico. Pensa-se usualmente que tais teorias seguem o caminho da observação/experimentação - modelização/teorização - matematização. Nem sempre essa linearidade é verdadeira. Abrantes [32], Nersessian [33] e Silva e Pietrocola [34] apresentam uma discussão histórica, com implicações epistemológicas, da construção das teorias do eletromagnetismo por Maxwell com a utilização de analogias formais. Ou seja, Maxwell buscou em equações já existentes modelos algébricos para descrever problemas físicos do eletromagnetismo. Isso mostra que a matemática está presente na estrutura conceitual dessas teorias. Além disso, a forma como a física escolar é apresentada aos alunos não garante a aplicação de explicações científicas na compreensão de determinadas situações, mesmo as didáticas, prevalecendo as concepções espontâneas e/ou as representações sociais. Muitos princípios fundamentais da física, como conservação da energia e conservação dos momentos, não são empregados pelos educandos na modelização de fenômenos, pois freqüentemente tais assuntos são reduzidos à aplicação de fórmulas para a resolução de exercícios excessivamente didatizados [35].

Pietrocola aponta uma alternativa para enfrentar esse problema, salientando que “uma maneira produtiva de refletir sobre a relação entre linguagem matemática e o ensino de conhecimentos científicos é considerar a evolução histórica do pensamento sobre o mundo natural”.³⁵ Isso remete diretamente à formação inicial dos professores de física. Uma formação em aspectos históricos e epistemológicos a respeito da forma como o pensamento se apropria da matéria e como são construídas as teorias físicas pode contribuir significativamente para o professor, *desprender-se da familiaridade enganosa* com seu objeto de estudo ou de ensino.

Essa foi a principal intenção do estudo exploratório realizado pelos alunos de licenciatura em física discutido no presente trabalho e espera-se que todos aceitem o convite para refletir sobre suas práticas educacionais e buscar uma resposta, ao menos uma, para a pergunta “por que ensinar física no nível médio?”

³⁴Ref. [31], p. 329.

³⁵Ref. [31], p. 329.

Apêndice

Tabela 1 - Tratamento estatístico das respostas dos alunos.

Você gosta de estudar física? Por que?	Porcentagem
Não	38,8%
Às vezes	12,2%
Sim	45,5%
Sem opinião	3,4%
Qual a diferença que você vê entre a física e a matemática?	Porcentagem
Nenhuma diferença	27,7%
Tem diferença	35,5%
Pouca diferença/Parecidas	28,8%
Sem opinião	8,0%
Você acha o ensino de física importante?	Porcentagem
Sim	78,8%
Não	14,4%
Às vezes	6,0%
Você vê relação com o que aprende em física com o seu cotidiano e com as tecnologias?	Porcentagem
Sim	67,7%
Não	7,8%
Não sabe	6,6%
Às vezes	8,9%
Em branco	8,9%

Referências

- [1] E.C. Ricardo, Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação **10**, 141 (2002).
- [2] E.C. Ricardo e A. Zylbersztajn, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **19**, 351 (2002).
- [3] A.N.S. Triviños, *Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: A Pesquisa Qualitativa em Educação* (Atlas, São Paulo, 1987).
- [4] Brasil, *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio* (Ministério da Educação, Brasília, 1999).
- [5] Brasil, *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias* (Ministério da Educação, Brasília, 2002).
- [6] E.C. Ricardo, *Competências, Interdisciplinaridade e Contextualização: Dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma Compreensão para o Ensino das Ciências*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.
- [7] P. Perrenoud, *Construir as Competências desde a Escola* (Artes Médicas Sul, Porto Alegre, 1999).
- [8] P. Meirieu, *Aprender... Sim, mas Como?* (Artes Médicas, Porto Alegre, 1998).
- [9] P. Perrenoud, Pátio – Revista Pedagógica **11**, 15 (1999b). Disponível em http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/textes.html. Acesso em 11/4/2003.
- [10] M. Tardif, *Saberes Docentes e Formação Profissional* (Vozes, Petrópolis, 2002).
- [11] M. Tardif, Revista Brasileira de Educação **13**, 1 (2000).
- [12] P. Perrenoud, *A Prática Reflexiva no Ofício de Professor: Profissionalização e Razão Pedagógica* (Artmed Editora, Porto Alegre, 2002).
- [13] Y. Chevallard, *La Transposición Didáctica: Del Saber Sabio al Saber Enseñado* (Aique, Buenos Aires, 1991).
- [14] M. Verret, *Le Temps des Études* (Honoré Champion, Paris, 1975).
- [15] Y. Chevallard, in *La Transposition Didactique à l'Épreuve*, editado por G. Arsac, Y. Chevallard e J.-L. Martinand (La Pensée Sauvage, Paris, 1994).
- [16] C. Orange, Revue de l'EPI **60**, 1 (1990). Disponível em <http://www.epi.asso.fr/revue/60/b60p151.html>. Acesso em 6/7/2005.
- [17] M. Caillot, in *Au-delà des Didactiques, le Didactique: Débats Autour de Concepts Fédérateurs*, editado por C. Raïsky e M. Caillot (De Boeck & Larcier S.A., Bruxelles, 1996).
- [18] J.L. Martinand, *Connaître et Transformer la Matière: Des Objectives pour L'initiation aux Sciences et Techniques* (Editions Peter Lang, Berne, 1986).
- [19] J.L. Martinand e A. Durey, in *La Transposition Didactique à l'Épreuve*, editado por G. Arsac, Y. Chevallard e J.-L. Martinand (La Pensée Sauvage, Paris, 1994).
- [20] C. Vogt e C. Polino (orgs.), *Percepção Pública da Ciência: Resultados da Pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai* (Editora da UNICAMP, Campinas, 2003).
- [21] G. Fourez, *Alfabetización Científica y Tecnológica: Acerca de las Finalidades de la Enseñanza de las Ciencias* (Ediciones Colihue, Buenos Aires, 1997).
- [22] E.C. Ricardo, J.F. Custódio e M.F. Rezende Jr., in *Anais do X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, editado por I.L.B. Lourdes (SBF, São Paulo, 2006).
- [23] G. Fourez, Investigações em Ensino de Ciências **8**, 1 (2003).
- [24] F. Cajas, Enseñanza de las Ciencias **19**, 241 (2001).
- [25] G. Utges, P. Fernández e A. Jardón, Caderno Catarinense de Ensino de Física **13**, 108 (1996).
- [26] E.C. Ricardo, J.F. Custódio e M.F. Rezende Jr., in *Anais do II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição: Reflexões para o Ensino*, editado por E.F. Mortimer (Graf. FE/UFMG, Belo Horizonte, 2003).
- [27] D. Delizoicov, *Conhecimento, Tensões e Transições*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 1991.
- [28] D. Delizoicov, in *Ensino de Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia numa Concepção Integradora*, editado por M. Pietrocola (Ed. da UFSC, Florianópolis, 2001).
- [29] M. Bunge, *Teoria e Realidade* (Editora Perspectiva, São Paulo, 1974).
- [30] M. Bunge, *Física e Filosofia* (Editora Perspectiva, São Paulo, 2000).
- [31] M. Pietrocola, in *Filosofia, Ciência e História: Uma Homenagem aos 40 Anos de Colaboração de Michel Paty com o Brasil*, editado por M. Pietrocola e O. Freire Jr. (Discurso Editorial, São Paulo, 2005).

- [32] P. Abrantes, *Caderno Catarinense de Ensino de Física* **5**, 58 (1988).
- [33] N. Nersessian, in *Reading Natural Philosophy: Essay in the History and Philosophy of Science and Mathematics*, edited by D. Malament (Open Court, Chicago, 2002).
- [34] C.C. Silva e M. Pietrocola, in *Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, editado por R. Nardi (ABRAPEC, Bauru, 2003).
- [35] J.C. Custódio e M. Pietrocola, in *Anais do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física* editado por N.M.D. Garcia, (SBF, São Paulo, 2003).