

GRANDES DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA

M.A. MOREIRA^{*†}

Instituto de Física Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Caixa Postal 15051, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil

Resumo

A Física na Educação Básica está em crise: além falta e/ou despreparo de professores, das más condições de trabalho, do reduzido número de aulas e da progressiva perda da identidade no currículo, o ensino da Física na educação contemporânea estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados. É preciso, urgentemente, mudar este panorama. O que fazer? Pleitear mais aulas? Tornar a Física opcional no Ensino Médio? Ensinar conceitos físicos desde as séries iniciais? Melhorar e valorizar o ensino de Física na universidade? Combater o publicacionismo que leva à desvalorização, ao descaso, do ensino na universidade? Ensino centrado no aluno? Aprendizagem ativa? Desenvolver talentos ao invés de selecionar talentos? Desenvolver competências científicas ao invés de tentar de encher cabeças com conhecimentos memorizados mecanicamente? Incorporar, de fato, as tecnologias de informação e comunicação no ensino da Física? Laboratórios virtuais? Valorizar os professores de Física? Mudar a formação de professores de Física? ... Enfim, são muitos os desafios.

Palavras-chave: ensino de Física; educação básica; grandes desafios.

*moreira@if.ufrgs.br

† Adaptado de conferência proferida na XI Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Física, Guayaquil, Equador, julho de 2013 e durante o Ciclo de palestras dos 50 Anos do Instituto de Física da UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, março de 2014.

Abstract

Physics in basic education is in crisis: besides the lack and/or dispreparation of teachers, their bad working conditions, the reduced number of class hours, and the progressive lack of identity in the curriculum, the teaching of physics in contemporary education promotes the rote learning of old contents. This situation must be changed urgently. What to do? Look for more class hours? Make physics an optional subject at high school? Teach physical concepts at elementary school? To improve and to value the teaching of physics at college level? To struggle against the university publicationism that leads to the devaluation and negligence of physics teaching at this level. Student-centered learning? Active learning? To develop talents instead of selecting talents? To develop scientific competences instead of trying to fill student's heads with rotely learned contents. To incorporate, effectively, the technologies of information and communication to the teaching of physics? Virtual laboratories? To value the physics teachers? To change the preparation of physics teachers? ... Well, there are many challenges.

Keywords: physics teaching; basic education; great challenges.

1 O Ensino da Física na Educação Brasileira Contemporânea: como está?

Além da falta e/ou despreparo dos professores, de suas más condições de trabalho, do reduzido número de aulas no Ensino Médio e da progressiva perda de identidade da Física no currículo nesse nível, **o ensino da Física estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados**. Estamos no século XXI, **mas a Física ensinada não passa do século XIX**.

1. Continua se ocupando das alavancas, do plano inclinado, do MRU,.. e *nada de Quântica, de Partículas, de Plasma, de Supercondutividade,..*
2. *Treina para os testes*, ensina respostas corretas sem questionamentos.
3. *Está centrado no docente*, não no aluno.
4. Segue o *modelo da narrativa*.
5. É *comportamentalista*.
6. É do tipo “*bancário*” (tenta depositar conhecimentos na cabeça do aluno).
7. Se ocupa de *conceitos fora de foco*.
8. Não incentiva a *aprendizagem significativa*.
9. Não incorpora as *TICs*.

10. Não utiliza *situações que façam sentido* para os alunos.
11. Não busca uma *aprendizagem significativa crítica*.
12. Não aborda a Física como uma ciência baseada em *perguntas, modelos, metáforas, aproximações*.
13. Em geral, é baseado em um único *livro de texto* ou em uma *apostila*.

Em resumo, o ensino da Física na educação contemporânea é desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias, centrado no docente, comportamentalista, focado no treinamento para as provas e aborda a Física como uma ciência acabada, tal como apresentada em um livro de texto .

2 O que é?

1. Comportamentalismo.
2. Aprendizagem significativa.
3. Aprendizagem mecânica.
4. Educação bancária.
5. Educação dialógica.
6. Situação que faça sentido.
7. Conceito fora de foco.
8. O modelo da narrativa.
9. Aprendizagem significativa crítica.

2.1 O comportamentalismo de Skinner

1. Ideia-chave: o *comportamento é controlado pelas consequências*.
2. O enfoque skinneriano¹ limita-se ao estudo de comportamentos (objetivos comportamentais) manifestos e mensuráveis.
3. Não leva em consideração o que ocorre na mente do sujeito durante o processo de aprendizagem.
4. Na prática, *estimula a aprendizagem mecânica*.

¹Burrhus Frederic Skinner (1904-1990), inicialmente estudou Biologia, porém durante seus estudos conheceu os trabalhos de Pavlov e Watson e foi profundamente influenciado por eles. Obteve seu doutorado em Psicologia pela Universidade de Harvard, em 1931, onde foi pesquisador e professor por muitos anos.

2.2 A aprendizagem significativa de Ausubel

A interação cognitiva entre conhecimentos novos e prévios é a característica chave da *aprendizagem significativa, aprendizagem com significado, compreensão, capacidade de aplicação, de transferência*.

Nessa interação o novo conhecimento deve relacionar-se de maneira não arbitrária e não literal com aquilo que o aprendiz já sabe.

1. Se tivesse (Ausubel²) que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, enunciaria este: *de todos os fatores que influem na aprendizagem, o mais importante é o que o aluno já sabe; averigue-se isso e ensine-se de acordo.*
2. *Aprendizagem mecânica* é a aprendizagem puramente memorística, sem significado, sem compreensão, sem capacidade de explicar, de transferir.
3. Serve para reproduzir, a curto prazo, respostas em provas quando a matéria é a mesma que “foi dada” pelo(a) professor(a) nas aulas.
4. *É a que predomina na escola.*

2.3 A educação bancária de Freire

Educação bancária é aquela que anula o poder criador dos educandos ou o minimiza, estimulando sua ingenuidade e não sua criticidade.

Na concepção bancária, a educação é o ato de depositar, transferir, transmitir valores e conhecimentos. Nessa concepção, o saber é uma doação dos que se julgam sábios aos que se julga nada saber [2]:

Na concepção bancária cabe à educação apassivar ainda mais os sujeitos que já são seres passivos, adaptando-os ao mundo. Quanto mais adaptados, tanto mais educados.

Nos dias de hoje em que o discurso pedagógico e político é o *aprender a aprender e o ensino centrado no aluno*, a concepção de educação bancária de Freire, como mínimo, leva a uma reflexão sobre o que é a escola e sobre como que deveria ser para ser coerente com esse discurso.

Contrariamente à educação bancária, a criticidade, a consciência crítica, é fundamental para a libertação. Para isso, segundo Freire³, a *dialogicidade* – essência da educação como prática da liberdade ([2], p.77) – *é imprescindível.* Diálogo, no entanto, não é palavreria, verbalismo, blábláblá. Também não é a discussão guerreira, polêmica, entre sujeitos que buscam impor sua verdade.

Nessa perspectiva a educação autêntica não se faz do educador para o educando ou do educador sobre o educando, mas sim do educador com o educando.

²David Paul Ausubel (1918-2018), nasceu em Nova York, estudou nas Universidades de Pennsylvania e Middlesex, graduando-se em Psicologia e Medicina. Fez residência em três centros de Psiquiatria. Seu doutorado foi em Psicologia do Desenvolvimento na Universidade de Columbia, onde foi professor no Teachers College durante muitos anos. No ano 2000 publicou nova versão de sua obra básica (Psicologia da Educacional: uma visão cognitiva, 1968): Aquisição e retenção de conhecimentos: uma visão cognitiva.

³Brasileiro, Paulo Freire (1921-1997) se destacou por seu trabalho na área da educação popular. Sempre defendeu o diálogo, não somente como método, mas também como um modo de ser democrático. É considerado um dos mais notáveis pensadores na história da pedagogia crítica, em contraposição à educação tradicional, tecnicista, apassivadora

1. Na educação bancária, estudar é memorizar conteúdos mecanicamente, sem significados. O que se espera do educando é a memorização dos conteúdos nele depositados. A compreensão e a significação não são requisitos, a memorização mecânica sim.
2. Na educação dialógica, estudar requer apropriação da significação dos conteúdos, a busca de relações entre os conteúdos e entre eles e aspectos históricos, sociais e culturais do conhecimento. Requer também que o educando se assuma como sujeito do ato de estudar e adote uma postura crítica e sistemática.
3. Nesse processo, a pergunta é essencial: *perguntar é a própria essência do conhecer. O ato de perguntar está ligado ao ato de existir, de ser, de estudar, de investigar de conhecer ([2], p.97).*
4. Na educação bancária, o educador é quem pergunta e cobra do educando respostas memorizadas. Suas perguntas geralmente são perguntas que os educandos não se fazem.
5. Na educação dialógica, o educando é quem deve perguntar, questionar. Mas isso não significa que o educador seja um repositório de respostas, nem que existam respostas definitivas.
6. Não há respostas definitivas, todas são provisórias. O importante é o perguntar que leva ao conhecer que também não é definitivo.

2.4 Criticidade

1. *Ensinar exige criticidade: na verdade, a curiosidade ingênua que, “desarmada”, está associada ao saber do senso comum, é a mesma curiosidade que, criticizando-se, aproximando-se, de forma cada vez mais metodicamente rigorosa, do objeto cognoscível, torna-se curiosidade epistemológica” ([2], 31).*
2. *Ensinar exige reflexão sobre a prática: na formação permanente dos professores, um momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática; é pensando criticamente sobre a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática ([2], p.39).*
3. Um princípio geral da pedagogia da autonomia de Freire é o de que *ensinar não é transferir conhecimento, mas sim criar possibilidades para sua própria produção ou sua construção ([2], p.47).*
4. Para ele, *o educador que, ensinando qualquer matéria, “castra” a curiosidade do educando em nome da eficácia da memorização mecânica dos conteúdos, tira a liberdade do educando, sua capacidade de aventurar-se. Não forma, domestica ([2], p.56).*

2.5 As situações de Vergnaud

1. Para Vergnaud⁴, a conceitualização é o núcleo do desenvolvimento cognitivo.

⁴Francês, nascido em 1933, Gérard Vergnaud, psicólogo, foi dirigido por Piaget em sua tese doutoral. É professor Emérito do Centro Nacional de Investigação Científica (CNRS), em Paris. É pesquisador em educação matemática e autor da teoria dos

2. *São as situações que dão sentido aos conceitos.*
3. Para serem aprendidos significativamente os novos conhecimentos devem fazer sentido para o aprendiz.
4. *As situações devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade.*
5. O domínio de um campo conceitual é lento, progressivo, com rupturas e continuidades.

2.6 Os conceitos fora de foco de Neil Postman

1. *Podemos, afinal de contas, aprender somente em relação com o que já sabemos. Esta ideia - por si só - implica uma grande mudança na maioria das metáforas que dirigem as políticas e os procedimentos das escolas [11].*
2. No último capítulo de seu livro *Teaching as a subversive activity*, Postman⁵ e Weingartner diziam, em 1969, que mesmo que devesse preparar o aluno para viver em uma sociedade caracterizada pela mudança, cada vez más rápida, de conceitos, valores, tecnologias, a escola ainda se ocupava de ensinar conceitos fora de foco, dos quais os mais evidentes eram ([11], p. 217):
3. *O conceito de “verdade” absoluta, fixa, imutável, em particular desde uma perspectiva bipolar do tipo boa ou má.*
4. *O conceito de certeza. Existe sempre uma resposta “correta”, e é absolutamente “correta”.*
5. *O conceito de entidade isolada, ou seja, “A” é simplesmente “A”, e ponto final, de uma vez para sempre.*
6. *O conceito de causalidade simples, única, mecânica; a ideia de que cada efeito é o resultado de uma única causa, facilmente identificável.*
7. *O conceito de que as diferenças existem somente em formas paralelas e opostas: bom-mau, certo-errado; sim-não, curto-longo, para cima-para baixo, etc.*
8. *O conceito de que o conhecimento é “transmitido”, que emana de uma autoridade superior, e deve ser aceito sem ser questionado.*

campos conceituais. Para ele a conceitualização é o núcleo do desenvolvimento. Mais recentemente sua teoria está sendo usada como referente para a investigação em ensino de ciências.

⁵Neil Postman (1931 – 2003), foi um educador e crítico da educação americana; fez bacharelado na State University of New York e mestrado e doutorado na Columbia University. Seus interesses pedagógicos e acadêmicos priorizaram mídia e educação, como se pode ver em vários de seus dezessete livros, inclusive *Amusing Ourselves to Death* (1985), *Conscientious Objections* (1988), *Technopoly: The surrender of Culture to Technology* (1992) e *End of Education* (1995).

9. *Ao contrário, as estratégias intelectuais de sobrevivência nessa época de energia nuclear e de viagens espaciais dependeriam de conceitos como relatividade, probabilidade, incerteza, função, causalidade múltipla (ou não-causalidade), relações não simétricas, graus de diferença e incongruência.*

Isso foi escrito há mais de quarenta anos, quando a chegada do homem à Lua e a chamada *era nuclear* simbolizavam grandes mudanças. Hoje, essas mesmas mudanças resultam pequenas frente às que nos atropelam diariamente.

A educação, no entanto, continua estimulando vários dos conceitos que Postman e Weingartner criticavam e classificavam como fora de foco. Ainda se ensinam “verdades”, respostas “corretas”, entidades isoladas, causas simples e identificáveis, estados e “coisas” fixos, diferenças somente dicotômicas. E ainda se “transmite” o conhecimento, desestimulando o questionamento.

O discurso educativo pode ser outro, mas a prática escolar segue sem fomentar o “aprender a aprender” que permitirá à pessoa lidar com a mudança de forma frutífera e sobreviver.

2.7 O modelo da narrativa de Don Finkel

1. O modelo clássico de ensino, consagrado, aceito sem questionamentos por professores, alunos e pais, pela sociedade, é aquele no qual o *professor ensina, básica e fundamentalmente, falando, dizendo aos estudantes o que se supõe que devem saber.*
2. Esse modelo é o que Don Finkel⁶ [1] chama de *Modelo da Narrativa* ao qual ele contrapõe o de *Dar aulas com a boca fechada* ([1], p. 45), estimulando a busca de modos alternativos de ensinar.
3. Nesse modelo, muitas vezes baseado em um livro de texto, o professor escreve (uma forma de narrar) no quadro o que os alunos devem copiar em seus cadernos, estudar (memorizar) e depois reproduzir nas avaliações.
4. Às vezes o professor escreve no quadro partes do próprio livro de texto e, ainda assim, os alunos copiam para estudar mais tarde, em geral na noite anterior à prova para não esquecer.
5. *O ato principal de dar aula é narrar clara e cuidadosamente aos estudantes algo que eles não sabem de antemão. O conhecimento se transmite, nos imaginamos, por meio deste ato narrativo* ([1], p. 34).

O modelo da narrativa parece natural aos estudantes, aos pais, à sociedade, a todo mundo, e, portanto, não é questionado.

No entanto, não deveria ser assim porque transmitir o conhecimento desde a cabeça do professor até o caderno do aluno, de modo que o aluno transfira esse conhecimento desde seu caderno até sua cabeça para

⁶Donald Finkel viveu com sua família em Olympia, Washington. Foi professor no Evergreen State College de 1976 até seu falecimento em 1999. Foi coautor, com William Ray Arney, da obra *Educating for Freedom: The Paradox of Pedagogy* (Rutgers University Press, 1995).

passar nos exames, e esquecer logo depois, é um objetivo inadequado para a educação, e muito mais para uma aprendizagem significativa crítica.

Este modelo está orientado à aprendizagem de informações específicas a curto prazo. Pouco sobra desta aprendizagem depois de algum tempo.

1. Muitos professores não se limitam a repetir no quadro o que está nos livros, fazem esquemas, resumos, trazem exemplos, explicam, quer dizer, "dão boas aulas", segundo o modelo clássico. *No entanto, os alunos copiam tudo o que podem (ou pedem os arquivos eletrônicos ao professor) para estudarem depois.*
2. Alguns professores, geralmente considerados excelentes professores, inclusive grandes professores, fazem magníficas apresentações orais, encantam seus estudantes explicando clara e cuidadosamente determinados tópicos. Estes estudantes tomam notas de tudo que podem e deixam a aula com a boa sensação de que entenderam o assunto. Se este assunto é solicitado nas provas da mesma maneira como o professor explicou, provavelmente, se sairão muito bem.
3. Contudo, se as questões da prova implicarem a aplicação desse mesmo assunto a novas situações, o resultado é provável que seja pobre. É comum nesse caso os alunos dizerem que a matéria não foi "dada" em aula.

Nos dias de hoje se fala muito em *ensino centrado no aluno*, em *professor como mediador* e em *aprender a aprender*. Se estamos de acordo com esse discurso, seguramente estaremos de acordo com Finkel no sentido de que narrar não é a melhor maneira de ensinar e teremos que repensar nosso modelo de bom professor. Nessa linha, Finkel propõe a metáfora *Dar aulas com a boca fechada* que ele usa para tornar problemáticas as suposições clássicas sobre a boa docência.

2.8 A aprendizagem significativa crítica

Sabemos que a aprendizagem significativa se caracteriza pela *interação* entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que é não literal e não arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em relação aos significados já presentes e, sobretudo, mais estável. (ver, por exemplo, [8], [6]; [4], [5]).

1. Para Moreira⁷, *aprendizagem significativa crítica: é aquela perspectiva que permite ao sujeito formar parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela.* Trata-se de uma perspectiva antropológica em relação às atividades de seu grupo social, que permite ao indivíduo participar de tais atividades, porém, ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade se está distanciando tanto que já não está sendo captada por parte do grupo.

⁷Marco Antonio Moreira, brasileiro, nascido em 1942, foi professor do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, de 1967 a 2012. Foi visitante no Departamento de Física da Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, em 1972. Mais adiante, em 1977, obteve o Ph.D. em Ensino de Ciências sob a direção de J.D. Novak, D.B. Gowin e D.F. Holcomb nessa mesma universidade. Desde essa época dedica-se ao ensino de Ciências, particularmente de Física, e à aprendizagem significativa segundo distintos referentes teóricos. Mais recentemente chegou à visão crítica influenciado pelas obras de B.F. Skinner, D.P. Ausubel, Neil Postman, Paulo Freire e Don Finkel.

2. Este é o significado de subversivo para Postman y Weingartner ([11], p. 4) porém, enquanto eles se ocupam do ensino como uma atividade subversiva, o autor prefere pensar mais em termos de aprendizagem subversiva, e acredita que a *aprendizagem significativa crítica* pode subjazer a esta ideia de subversão.
3. *Aprendizagem significativa crítica*, tal como sugere o nome, é aprendizagem com significado, mas também com criticidade.
4. *Para facilitá-la é preciso abandonar o comportamentalismo, a educação bancária e o modelo da narrativa.*

2.9 Aprendizagem significativa crítica (subversiva)

Para uma aprendizagem significativa crítica (subversiva) é preciso:

1. Aprender/ensinar perguntas em lugar de respostas (*Princípio da interação social e do questionamento*).
2. Aprender a partir de distintos materiais educativos (*Princípio da não centralidade do livro de texto*).
3. Aprender que somos perceptores e representantes do mundo (*Princípio do aprendiz como perceptor/representador*).
4. Aprender que a linguagem está totalmente envolvida em todas as tentativas humanas de perceber a realidade (*Princípio do conhecimento como linguagem*).
5. Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras (*Princípio da consciência semântica*).
6. Aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros (*Princípio da aprendizagem pelo erro*).
7. Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência (*Princípio da desaprendizagem*).
8. Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que as definições e as metáforas são instrumentos para pensar (*Princípio da incerteza do conhecimento*).
9. Aprender a partir de diferentes estratégias de ensino (*Princípio da não utilização do quadro de giz. Do abandono da narrativa*).

Todos estes princípios são metafóricos. Por exemplo, abandonar o livro de texto, o quadro de giz e a narrativa não significa não usá-los, mas sim não tornar-se escravo deles, não considerá-los como os mais importantes recursos instrucionais. Ensinar perguntas ao invés de respostas não significa não trazer à sala de aulas as respostas que existem para determinadas perguntas, mas sim que é igualmente importante ensinar os alunos a perguntar e buscar respostas.

3 O ENSINO DE CIÊNCIAS NO SÉCULO XXI

No ano passado, a revista *Science* dedicou boa parte de um volume ao tema *Grandes Desafios do Ensino de Ciências* [12]. Nas primeiras páginas deste material, Carl Wieman, Prêmio Nobel de Física, em 2001, diz com destaque, referindo-se ao ensino superior:

A transformação é possível se a universidade realmente quiser.

1. *A maneira como a maioria das universidades de pesquisa ensina ciência na graduação é pior do que ineficaz. É não científica. ([12], p. 292)*
2. *Há toda uma indústria dedicada a medir quão importante é minha pesquisa, com fatores de impacto dos meus artigos e por aí vai. No entanto, nem sequer coletam dados sobre como estou ensinando. Isso não recebe atenção. ([12], p. 293)*
3. *Há muitos professores que acham totalmente apropriado dedicar mais tempo melhorando seu ensino, mas não é isso que se espera deles. ([12], ibid.)*

Criticando o ensino tradicional, Wieman defende a aprendizagem ativa (*active learning*) e o ensino centrado no aluno:

1. *O que funciona melhor do que aulas expositivas e temas de casa (listas de problemas) é ter os alunos trabalhando em pequenos grupos com a mediação de professores que podem ajudá-los a aplicar conceitos básicos a situações da vida real. ([12], p. 294)*
2. Segundo sua experiência, a melhor maneira de implementar a aprendizagem ativa e o ensino centrado no aluno é fundi-las com o conceito de *prática deliberada* (*deliberate practice*).
3. *A prática deliberada envolve o aprendiz na resolução de um conjunto de tarefas ou problemas que são desafiadores mas factíveis, viáveis, e que envolvem explicitamente a prática de raciocínio e desempenho científicos. O professor, ou mediador, oferece incentivos apropriados para estimular os alunos a dominar as competências necessárias, assim como uma contínua realimentação para mantê-los ativos. ([12], p. 294)*
4. *A ideia é que a aquisição de habilidades complexas e o desenvolvimento de competências científicas não é uma questão de encher de conhecimentos um cérebro, mas sim de desenvolver esse cérebro (ibid.).* A educação em ciências não deve ser uma seleção de talentos, mas sim de desenvolvimento de talentos.
5. Competências como, por exemplo, modelagem, argumentação a partir de evidências, comunicação de resultados.

3.1 Outro desafio é o uso de laboratórios virtuais no ensino de ciências

É claro que laboratórios tradicionais são importantes no ensino de ciências, mas muitas vezes não são usados ou não existem nas escolas. Laboratórios virtuais podem motivar os alunos a contribuir para o desenvolvimento de competências científicas:

1. os alunos podem modificar características de modelos científicos;
2. podem criar modelos computacionais;
3. podem fazer experimentos sobre fenômenos não observáveis diretamente.
4. Criar ambientes *online* que usem dados individuais armazenados de estudantes, para guiá-los em experimentos virtuais apropriados para seus conhecimentos prévios e seus estágios de desenvolvimento cognitivo.

3.2 Mais desafios

1. Desenvolver nos estudantes a compreensão de aspectos da base social e institucional da credibilidade científica.
2. Habilitar estudantes a construir seus próprios interesses relacionados à ciência.
3. Estimular/apoiar a pesquisa educacional dirigida a problemas reais da sala de aulas.
4. Criar uma cultura , dentro do sistema escolar, que abra espaços para a experimentação educacional.

No entanto, os currículos escolares, as expectativas dos pais, e a ênfase na testagem podem trabalhar contra estratégias que sacrificam ganhos de conhecimento a curto prazo em favor de habilidades complexas, aumento da motivação e aquisição de conhecimentos mais restritos mas de longa retenção. *Professores e administradores devem trabalhar juntos para criar, na escola, espaços para experiências piloto que testem e demonstrem o valor dessas abordagens.* Cientistas podem ser aliados ou adversários nessa empreitada (ibid.).

4 O ENSINO DE CIÊNCIAS NO SÉCULO XXI: como é

1. *Centrado no docente, na aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados.*
2. Basicamente do tipo “ensino para testagem”, focado no treinamento para dar respostas corretas.
3. Ao invés de buscar a interfaces e integrações entre disciplinas, as compartimentaliza ou supõe que não existem.

5 O ENSINO DE CIÊNCIAS NO SÉCULO XXI: como deveria ser

1. *Centrado no aluno e no desenvolvimento de competências científicas como modelagem, argumentação, comunicação, validação,...*
2. Focado na aprendizagem significativa de conteúdos clássicos e contemporâneos.
3. Fazendo uso intensivo de tecnologias de informação e comunicação, por exemplo, em laboratórios digitais.
4. O professor e o computador como mediadores.
5. Não ficar buscando talentos, por exemplo, em Física, mas começar a desenvolver talentos, fundindo a aprendizagem ativa centrada no aluno com a prática deliberada [12]. Ensino de Física não é uma questão de encher um cérebro de conhecimentos, mas de desenvolver esse cérebro em Física.

6 CONCLUINDO

Certamente, o ensino de Física nas escolas depende de melhores condições de trabalho para os professores, da valorização dos professores. Essa é uma questão política a ser enfrentada. No discurso, a educação é sempre prioridade; na prática, os professores têm carga horária muito elevada e salários muito baixos.

A carga horária semanal de Física no Ensino Médio era de seis horas, no antigo científico. Hoje é de duas horas ou menos. E tende a zero se a Física ficar inserida em uma só disciplina de “Ciências da Natureza”. É preciso lutar por mais aulas e pela não inserção da Física nessa “nova disciplina”. As interfaces entre disciplinas são importantes, atividades interdisciplinares ou multidisciplinares também, mas daí a “fundir” disciplinas como Física, Química e Biologia em uma só é um absurdo pedagógico.

Talvez uma saída para a baixa carga horária e a manutenção da identidade das disciplinas de Física, Química e Biologia é seguir o modelo americano ou, de certa forma, voltar ao *clássico e científico*: em determinada etapa do Ensino Médio o aluno escolhe uma das três e, então, de fato, tem um bom ensino de ciências, seja de Física, Química ou Biologia. No caso da Física, é provável que não seja a mais escolhida, mas não importa: a carga horária voltará a ser mais adequada e os professores poderão, de fato, ensinar Física.

A formação dos professores é outro problema a ser resolvido. Há uma grande quantidade de pesquisas sobre formação de professores, mas grande parte dessa formação fica a cargo de professores universitários cuja avaliação acadêmica depende apenas de trabalhos publicados em revistas bem indexadas. Suas “metodologias” são apenas “aulas teóricas e listas de problemas”. O resultado é aprendizagem mecânica e altos índices de reprovação. É preciso mudar essa cultura.

Além disso, é notório que os professores de Ensino Médio têm dificuldades com os conteúdos de Física, principalmente os de Física Moderna e Contemporânea. Há, no entanto, muitas críticas à ênfase em conteúdos na formação de professores. Mas, sem conteúdos de Física, como ensinar Física? O problema é que esses conteúdos devem ser adquiridos significativamente. E aí voltamos ao fraco, e desvalorizado,

ensino universitário que fomenta a aprendizagem mecânica do conteúdo pelo conteúdo. Na formação de professores de Física muitos conteúdos de Física, clássicos e contemporâneos, devem ser trabalhados, mas de uma visão de transferência didática e de aprendizagem significativa.

Mas é óbvio que somente conteúdos, mesmo com significatividade não é suficiente. É preciso também incorporar, ao ensino da Física, as tecnologias de informação e comunicação, assim como aspectos epistemológicos, históricos, sociais, culturais. Ensinar Física é um grande desafio, mas pode ser apaixonante se conseguirmos melhores condições de trabalho para os professores, livrar-nos do ensino para a testagem e, metaforicamente, abandonarmos o modelo da narrativa, o quadro-de-giz e o livro de texto.

Referências

- [1] Finkel, D. (2008). *Dar clase con la boca cerrada*. València: Publicacions de la Universitat València. Tradução para o espanhol do original *Teaching with your mouth shut*. 292p.
- [2] Freire, P. (1988). *Pedagogia do oprimido*. São Paulo: Paz e Terra. 18ª edição. 184p.
- [3] Freire, P. (2007). *Pedagogia da autonomia*. São Paulo: Paz e Terra. 36ª edição. 79p.
- [4] Moreira, M.A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB. 129p.
- [5] Moreira, M.A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor. 100p.
- [6] Moreira, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da UnB. 185p.
- [7] Moreira, M.A. (2011). *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física. 179p.
- [8] Moreira, M.A. e Masini, E.A.S. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes. 112p.
- [9] Moreira, M.A. e Masini, E.A.S. (2006). *Aprendizagem Significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel*. São Paulo: Centauro. 2ª edição 111.p
- [10] Moreira, M.A. (2005). *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 47p.
- [11] Postman, N. & Weingartner, C. (1969). *Teaching as a subversive activity*. New York: Dell Publishing Co. 219p.
- [12] Wieman, K., (2013) *Grand Challenges in Science Education*, Science. pp. 290-323.