

Uma estratégia de ensino ao estilo física em perguntas: Qual é a particularidade? Como implementá-la na sala de aula?

.....

Fábio Luís Alves Pena^{1, #}
Instituto Federal da Bahia, Campus
Simões Filho, Simões Filho, BA, Brasil.

RESUMO

A particularidade da estratégia apresentada neste trabalho está no uso de perguntas publicadas em periódicos especializados em ensino de física e em revistas de divulgação científica em conjunto com as respostas. O objetivo deste estudo é “transformar” a pergunta e a respectiva resposta em um texto didático e dinâmico para as aulas de física do Ensino Médio. Neste artigo, também apresento um texto sobre fibras ópticas, ao estilo física em perguntas, e sugestões de como implementá-las na sala de aula segundo a estratégia proposta. Os resultados são animadores: há mais participação dos estudantes, a leitura é desenvolvida e há um melhor entendimento sobre o conteúdo estudado.

Palavras-chave: estratégia; perguntas; física; ensino

.....

1. Introdução

Conforme Zanotello e Almeida [1], a inserção de atividades que estimulam a mediação cultural em aulas das disciplinas científicas, articuladas com a abordagem didática tradicional, pode contribuir para ampliar os objetivos do ensino de ciências. No entanto, optar por determinadas formas ou um encaminhamento das atividades não é uma tarefa simples, uma vez que exige o reconhecimento do contexto escolar específico com suas características e prioridades expressas tanto nos projetos dos professores e dos alunos quanto nos projetos pedagógicos das escolas [2].

De acordo com Kawamura e Hosoume [2], as mudanças esperadas para o Ensino Médio se concretizam à medida que as aulas deixam de ser apenas de “quadro-negro e giz” e a discussão sobre as competências e os conhecimentos a serem promovidos não podem mais ocorrer dissociadas da discussão sobre estratégias de ensino-aprendizagem a serem utilizadas em sala de aula, pois essas mesmas estratégias expressam, de forma mais concreta, o que se deseja promover. Todavia, são poucos os professores que dispõem de recursos para inovar suas aulas nas escolas onde trabalham.

A estratégia apresentada neste trabalho se assemelha ao estilo física em perguntas, inspirada por publicações como *A Mecânica em Perguntas*, *A Eletricidade e o Magnetismo em Perguntas*, *O Grande Circo da Física* (todas da Editora Gradiva) e *O Circo Voador da Física* (Edi-

tora LTC). *O Grande Circo da Física*, de Jearl Walker¹, por exemplo, é um livro dividido em duas seções: a primeira corresponde às perguntas/ aos problemas acerca dos fenômenos que observamos no nosso cotidiano (e outros dos quais já tínhamos ouvido falar, lido sobre ou não conhecíamos). Na segunda seção, são apresentadas as respostas dessas questões [3].

Qualquer semelhança entre *O Grande Circo da Física* e *O Circo Voador da Física*² não é mera coincidência [4]. Tais publicações são traduções de *The Flying Circus of Physics with Answers* (publicado pela primeira vez em 1975 pela editora John Wiley & Sons, Inc.), por Jearl Walker, um velho conhecido dos amantes da física. Portanto, a estratê-

tégia didática (física em perguntas) e o objetivo são os mesmos: levar o leitor a refletir sobre a física do seu mundo vivencial. No entanto, ao passo que *O Grande Circo da Física* apresenta uma seção referente às per-

guntas e outra relativa às respostas, *O Circo Voador da Física* exhibe as perguntas em conjunto com as respostas (isto é, a pergunta seguida da resposta).

A abordagem didática física em perguntas é ao mesmo tempo uma estratégia de ensino-aprendizagem e um recurso para as aulas de física

2. A estratégia³

A particularidade da estratégia apresentada neste estudo está em utilizar as perguntas publicadas em periódicos especializados em ensino de física e em revistas de divulgação científica — em especial, as questões sobre conteúdos de física publicadas nas seções destinadas às perguntas de leitores e/ou colaboradores — em conjunto com a explicação (resposta) escrita por profes-

[#]Autor de correspondência. E-mail: fb.pena@gmail.com.

sionais especializados, o que, como critério de credibilidade, é um bom indicativo.

O objetivo é “transformar” a pergunta e a respectiva resposta em um texto didático e dinâmico para as aulas de física do Ensino Médio [5], haja vista o grau de dificuldade de se trabalhar a leitura em sala de aula com estudantes que não estão habituados a ela [6].

Segundo Silva e Kawamura [6], as informações fornecidas nos textos de divulgação científica têm o objetivo de saciar os anseios de uma população, curiosa e angustiada, que parece buscar no conhecimento das transformações em seu modo de vida elementos para uma melhor compreensão de sua realidade.

Das seções utilizadas para formar textos que possam cumprir tal objetivo, estão: “Já lhe Perguntaram...” e “Pense e Responda!” (*Caderno Brasileiro de Ensino de Física*); “O Leitor Pergunta” e “Pequenas e Grandes Questões” (*Revista Ciência Hoje*); “Sem Dúvida” (*Revista Galileu*); “Superintrigante” e “Oráculo” (*Revista Superinteressante*) e as seções “Por quê?”, “Você sabia?”, “Como funciona?” e “Quero saber” (*Revista Ciência Hoje das Crianças*). Vários desses textos estão disponíveis nos sites das revistas e muitos deles podem ser encontrados no blogue *Física em Perguntas*, disponível em: <http://fisicaemperguntas.blogspot.com.br>.

Veremos, a seguir, um texto sobre fibras ópticas ao estilo física em perguntas e sugestões de como implementar essa estratégia em sala de aula. A escolha do texto se deve à relevância do tema fibras ópticas para a evolução da ciência e da tecnologia no nosso mundo vivencial e por estar em consonância com a estratégia proposta. O texto surgiu de um convite para escrever um artigo sobre fibra óptica para o “O Ano da Luz” [7], tema da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de 2015. A ideia era levar os leitores a imaginarem co-

mo seria a comunicação sem as fibras ópticas.

2.1. Fibras ópticas

2.1.1. O que são?

As fibras ópticas - FO (Fig. 1)⁴ - são um meio de propagação da luz composto de um núcleo (por onde passa a luz) e de uma casca (camada que reveste o núcleo), concêntricos entre si e com índices de refração distintos, mas bem próximos. Nas fibras ópticas comerciais de silício, por exemplo, o valor do índice de refração da casca é 1,458 e o valor do índice de refração do núcleo é 1,468 [8]. As FO (núcleo e casca) são protegidas por uma capa (revestimento primário). A depender da aplicação, o diâmetro do núcleo pode chegar à ordem de grandeza de um micrômetro (10^{-6} m), algo menor que o diâmetro de um fio de cabelo.

A produção das FO de sílica⁵ parte da elaboração de uma matriz/pré-forma de sílica (SiO_2) pura, dopada no interior - através de um processo de deposição [9] - com um material que altera o índice de refração da sílica e sua perda óptica. Entre os elementos dopantes estão: GeO_2 , P_2O_5 , B_2O_3 , F, TiO_2 , Al_2O_3 etc. [8]. A pré-forma é então aquecida e estirada num maquinário chamado de torre de estiramento até o diâmetro final especificado (diâmetro do núcleo e da casca), transformando-se em FO de sílica (núcleo de sílica dopada e casca de sílica pura) e mantendo suas características de índice de refração [10]. Dessa forma, permite-se a propagação da luz (que geralmente opera em janelas da região espectral do infravermelho) e a diminuição da atenuação - perda de energia óptica por unidade de compri-

mento, em dB/km (dB - decibel é uma forma de expressar a variação de potência em escala logarítmica [11]) - devido ao espalhamento, à absorção e dispersão da luz incidente nas FO e à curvatura da fibra [8].

Ainda durante a fase de estiramento, as FO são protegidas com o revestimento primário e, a partir desse ponto, passam para a fase de formação do cabo de FO revestidas.

Na transmissão de luz por FO, o sinal/pulso de luz se propaga no interior do núcleo das fibras por reflexões totais sucessivas. Conforme Bassalo [12], a reflexão total da luz acontece quando ela passa de um meio mais denso para um meio menos denso, com um ângulo de incidência maior que o chamado ângulo crítico ou limite (ângulo de incidência que corresponde a um ângulo de refração igual a 90°).

Para ângulos de incidência maiores que o ângulo limite y da fibra óptica representada pela Fig. 2, o raio de luz incidente na interface núcleo-casca, do meio mais refringente N_2 (núcleo) para o meio menos refringente N_1 (casca), é refletido para o interior do núcleo da fibra.

2.1.2. Qual é a sua importância para a evolução da ciência e da tecnologia?

Além do cabo óptico ter uma elevada capacidade de transmitir/comunicar simultaneamente vários tipos de informações com mais velocidade e alcance do sinal transmitido que o cabo coaxial (cabo no qual o fio condutor está envolto/blindado por outro condutor), sua matéria-prima, o quartzo (forma cristalina da sílica), é abundante na natureza. Os cabos ópticos também ocupam menor espaço e são mais leves que os cabos de cobre.

Os cabos ópticos ainda são imunes à interferência eletromagnética. O que é isso e por que é uma vantagem? As ondas eletromagnéticas induzem tensões elétricas nos materiais condutores, o que prejudica a clareza dos sinais de imagens, dados, sons e voz transmitidos por meio de cabos de cobre, cujo efeito é maior nos cabos de cobre sem blindagem contra tensões induzidas, principalmente os cabos que estão em áreas industriais ou ao longo de cabos de energia elétrica. Os cabos ópticos, for-

As fibras ópticas são um meio de propagação da luz composto de um núcleo e de uma casca concêntricos entre si e com índices de refração distintos, mas bem próximos. A luz se propaga no interior do núcleo por reflexões totais sucessivas

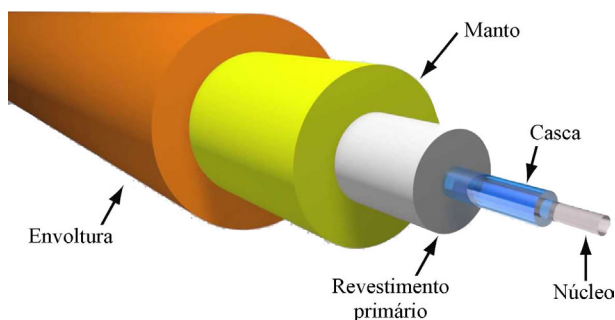


Figura 1 - Cabo óptico.

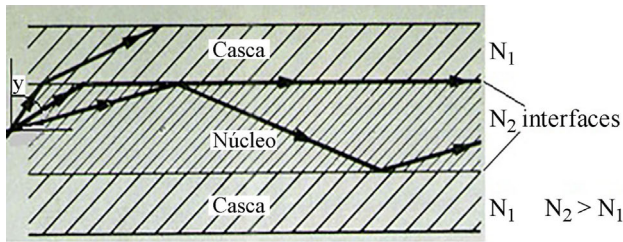


Figura 2 - Propagação da luz por reflexão total na fibra óptica.

mados de material dielétrico por constituição, não sofrem interferências eletromagnéticas, o que significa dizer que eles podem seguir fixados nos postes ou seguir por caminhos subterrâneos, percorrendo em paralelo os cabos telefônicos ou acompanhando a rede elétrica. Por conta disso, há cabos para-raios nas linhas de transmissão de energia elétrica que contêm, na sua parte interna, FO que permitem tráfego de sinais de comunicação, como o telecontrole, a telemetria, a transmissão de dados e o tráfego telefônico.

Para a transmissão dessas informações por FO, são necessários dispositivos que convertam sinais elétricos em pulsos de luz (fotoemissores, como os LEDs e os *lasers*) e que transformem pulsos de luz em sinais elétricos (fotodetectores, como os fotodiodos). O avanço tecnológico desses dispositivos eletro-ópticos, as FO e o desenvolvimento de sistemas ópticos revolucionaram, principalmente, as telecomunicações. Como exemplo de aplicação das FO na comunicação científica, no Centro de Pesquisa da Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear, conhecida como CERN (*Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*), na fronteira entre a França e a Suíça, foi desenvolvido uma rede de FO altamente avançada para permitir que os dados obtidos pelo LHC (*Large Hadron Collider*), em português, Grande Colisor de Hádrons, pudessem ser transmitidos para o mundo [12].

2.1.3. Como estão presentes em nosso dia a dia?

A transmissão de dados, sons, voz, imagens e sinais se tornou mais eficiente (elevada capacidade de transmissão de dados, reduzida perda/atenuação e melhor clareza do sinal) por causa das FO [13]. Segundo o engenheiro e inventor dessa tecnologia, Peter Schultz, a transmissão de dados é, pelo cabo óptico, aproximadamente 1 bilhão de vezes maior do que é possível fazer por meio de um cabo de cobre e, a depender do comprimento dos cabos ópticos e da potência do *laser*, a quantidade de infor-

mação transmitida pode chegar a 111 gigabites por segundo (Gb/s). Conforme Peter, um cabo óptico pode substituir 3 mil pares de cabos de cobre [14].

As FO estão presentes na telefonia, na tevê a cabo, nas redes para computadores e comunicação de dados, nos instrumentos médico-cirúrgicos, na transmissão de sinais e nos sensores. Seja para conectar as antenas (que captam o sinal do celular) e as centrais telefônicas; para interligar os servidores das empresas que fornecem banda larga e as casas das pessoas; no giroscópio de aviões e de navios; na indústria e na medicina por meio do *laser* [14]; ou para identificar bactérias presentes numa determinada amostra de água [15].

2.2. Como implementar a estratégia na sala de aula?

Tomando como exemplo o texto sobre FO, o(a) professor(a), sempre que possível, poderá propor as seguintes atividades de ensino (algumas delas foram adaptadas de Pena [16]):

- Iniciar a aula com questões acerca das FO (antes da discussão do texto em grupo) para incentivar os estudantes a dialogarem, atrair, despertar e instigar a curiosidade e levantar os conhecimentos prévios deles sobre o assunto. Por exemplo: O que são FO? Qual é a sua importância para a evolução da ciência e da tecnologia? Como elas estão presentes em nosso dia a dia? Por que as FO revolucionaram a comunicação? [7] Dá para imaginar a comunicação sem as FO?
- Apresentar e discutir o texto sobre FO no final da aula como exemplo do que foi ensinado ou do que foi abordado no conteúdo da aula;
- Iniciar a aula com a leitura compartilhada do texto sobre FO (professor(a)

e/ou turma), depois dividir os estudantes em grupos e incentivá-los a “exteriorizar”, por produção própria, o que aprenderam com a leitura e a discussão do texto [17]. O(A) professor(a) também pode propor ou realizar experimentos e/ou ilustrações relacionados com o texto acerca das FO e pedir aos estudantes que escrevam um pequeno relato sobre a atividade para verificar a compreensão deles sobre os conceitos ensinados na aula;

- Pedir a cada estudante que leia o texto sobre FO em casa e que, após a leitura, crie perguntas para a promoção de um debate em grupo, na aula seguinte, acerca das FO;
- Após a discussão do conteúdo relacionado às FO,⁶ dividir os estudantes em pequenos grupos e solicitar-lhes que pesquisem em livros didáticos questões conceituais e/ou situações do nosso mundo vivencial, interagindo entre si para responder às questões. Outra sugestão é pedir-lhes que montem questões relativas

ao texto sobre FO, que serão respondidas por meio de aulas que os estudantes darão uns aos outros ou pelo restante da turma. Quando necessário, o(a) professor(a) pode corrigi-los e complementar as respostas;

- Após ensinar o conteúdo relativo ao texto sobre FO, fornecer um questionário contendo questões conceituais versando sobre a leitura do texto [1, 17-20]. Depois de um intervalo de tempo para leitura individual e elaboração das respostas do questionário, começar a discutir em grupo o que foi lido no texto e respondido no questionário, bem como o que estava sendo exposto nas aulas e no conteúdo do livro didático [1];
- Iniciar a aula com a leitura individual do texto sobre FO e pedir aos estudantes que sublinhem os conceitos que dificultaram o entendimento do texto para, em seguida, promover uma discussão com base nos conceitos por eles destacados.

Considerações finais

Em geral, a estratégia aqui apresentada consegue atizar a curiosidade dos estudantes, aproxima o conteúdo formal da disciplina da realidade deles e ajuda a atualizar o conteúdo da discipli-

Os textos didáticos propostos devem estar em consonância com o estilo física em perguntas, assim como as sugestões de como implementá-los na sala de aula

na, ao mesmo tempo em que proporciona a oportunidade de leitura e interpretação de textos sobre física [21]. Contudo, em consonância com Almeida e Ricon [22], embora proposta como atividade para ser incluída como parte das aulas de física, esta estratégia não pode ser prevista como rotina semelhante ao

trabalho usual com livros didáticos.

Normalmente, esta estratégia é utilizada no ensino de eletricidade básica do curso técnico em eletromecânica do Instituto Federal da Bahia - IFBA, Campus Simões Filho. Porém, nada impede que ela seja utilizada no ensino de química, biologia, astronomia ou outra dis-

ciplina. Os resultados são animadores: há mais participação dos estudantes, a leitura é desenvolvida e há um melhor entendimento sobre o conteúdo estudado.

Recebido em: 11 de Fevereiro de 2019

Aceito em: 11 de Novembro de 2021

Notas

¹Trad. Jorge António Valadares, 2. ed. Lisboa: Gradiva, 2001, 563 p. (Coleção Aprender Fazer Ciência).

²WALKER, Jearl. Trad: Claudio Coutinho de Biasi, 2 ed, Rio de Janeiro: LTC, 2008, 338 p.

³Uma versão preliminar deste texto foi publicada na seção Carta dos Leitores da FnE [5] e na RJC [21].

⁴Figura extraída do Catálogo Transmissão por Fibras Óticas – Sistemas Óticos, Pirelli Cabos S.A.

⁵Existem também as fibras de material plástico (FO plásticas). Sua principal vantagem em relação às FO de silício é o seu baixo custo de fabricação. Sua principal desvantagem é a elevada atenuação no infravermelho [8].

⁶A exemplo de refração, reflexão total, dispersão, absorção e espalhamento da luz.

Referências

- [1] M. Zanotello, M.J.P.M. Almeida. Revista Ensaio **15**, 113 (2013).
- [2] M.R.D. Kawamura, Y. Hosoume. Física na Escola **4**(2), 22 (2003).
- [3] F.L.A. Pena. Física na Escola **3**(2), 36 (2002).
- [4] F.L.A. Pena. Física na Escola **10**(2), 18 (2009).
- [5] F.L.A. Pena. Física na Escola **7**(1), 4 (2006).
- [6] J.A. Silva, M.R.D. Kawamura. Caderno Catarinense de Ensino de Física **18**, 317 (2001).
- [7] F.L.A. Pena. Ciência Hoje das Crianças **28**, 12 (2015).
- [8] M.M. Werneck. *Transdutores e Interfaces* (Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1996), 1^a ed.
- [9] M.A. Scocco. *40 Anos das Fibras Ópticas no Brasil*. Disponível em <http://www.photon.com.br/40-anos-das-fibras-opticas-no-brasil/>, acesso em 4 jan.2019.
- [10] Jornal da Eletricidade - JE. Jornal da Eletricidade **IV**, 1 (1994).
- [11] R. Barthem. *Temas Atuais de Física: Luz* (Livraria da Física, São Paulo, 2005), 1^a ed.
- [12] J.M.F. Bassalo. Caderno Brasileiro de Ensino de Física **27**, 394 (2010).
- [13] Jornal da Eletricidade - JE. Jornal da Eletricidade **VI**, 1 (1996).
- [14] Estadão. *A Fibra Óptica se Esgotará em 10 Anos*. Disponível em: <https://link.estadao.com.br/noticias/geral,a-fibra-optica-se-esgotara-em-10-anos,10000032470>, acesso em 4 jan. 2019.
- [15] Ciência Hoje. Disponível em <http://cienciahoje.org.br/fibras-opticas-podem-identificar-bacterias/>, acesso em 4 jan.2019.
- [16] F.L.A. Pena. Física na Escola **4**(2), 20 (2003).
- [17] A.A. Benjamin, O.P.B. Teixeira. Revista Brasileira de Ensino de Física **23**, 74 (2001).
- [18] M. Zanotello, M.J.P.M. Almeida. Revista Brasileira de Ensino de Física **29**, 437 (2007).
- [19] R.H.A. Dias, M.J.P.M. Almeida. Revista Brasileira de Ensino de Física **31**, 4401 (2009).
- [20] M.C.A. Lima, M.J.P.M. Almeida. Revista Brasileira de Ensino de Física **34**, 4401 (2012).
- [21] F.L.A. Pena. Revista Jovens Cientistas **3**, 10 (2016).
- [22] M.J.P.M. Almeida, A.E. Ricon. Caderno Catarinense de Ensino de Física, **10**, 7 (1993).