

# Uma leitura de divulgação científica sobre Física Quântica no Ensino Médio

André Coelho da Silva<sup>1</sup>

Maria José Pereira Monteiro de Almeida<sup>2</sup>

## RESUMO:

A necessidade de introdução da Física Quântica no Ensino Médio é bastante justificada dado o número de publicações na área de ensino de Ciências que defendem essa posição e as indicações de documentos oficiais da educação no Brasil, que também apontam nesse sentido. Entretanto, a Física Quântica, assim como o conhecimento da Física, é produzida numa linguagem matemática, muitas vezes de difícil compreensão por parte dos alunos devido à sua complexidade. Uma possível alternativa para superar esse empecilho é o uso de textos de divulgação científica, afinal, eles têm como principal propósito divulgar o conhecimento científico para um público não especializado, utilizando para isso, em geral, a linguagem comum. Assim, neste trabalho buscamos compreender de que forma estudantes do Ensino Médio produzem sentidos a partir da leitura de um pequeno texto de gênero divulgação científica que fala de forma bastante introdutória sobre a Física Quântica e algumas de suas aplicações tecnológicas. O texto foi montado a partir de recortes de artigos publicados na revista de divulgação científica “Com Ciência” (SBPC/Labjor - Unicamp). Nossos resultados parecem indicar, sobretudo, que a leitura sobre Física Quântica em aulas de Física pode contribuir: na construção de uma cultura sobre Física e no incentivo para o interesse em estudar a Física Quântica.

**Palavras-chave:** Física Quântica; leitura; divulgação científica; Ensino Médio.

## ABSTRACT:

The need for introduction of Quantum Physics in High School is quite justified given the number of publications in the field of teaching of Science to defend this position and the indications of Brazilian education official documents, which also point in this direction. However, Quantum Physics, as well as knowledge of Physics, is produced in mathematical language, often difficult to understand by students due to its complexity. A possible alternative to overcome this obstacle is the use of popularization of science texts, after all, they have as main purpose the promotion of scientific knowledge to a non-specialized public, making use, in general, the common language. In this work we seek to understand how High School students produce meanings from reading a small popularization of science text that introduce Quantum Physics and some of their technological applications. The text was assembled from clippings of articles published in the journal of popularization of science "Com Ciência" (SBPC / Labjor - Unicamp). Our results seem to indicate, in particular, that reading about Quantum Physics in Physics classes can contribute: in the building of a culture about Physics and in encouraging for the interest in studying Quantum Physics.

**Keywords:** Quantum Physics; reading; popularization of science, High School.

## 1. Introdução

Pode-se dizer que a teoria da Relatividade de Einstein e a Física Quântica (FQ) são os dois grandes pilares da chamada Física Moderna e Contemporânea (FMC), ou seja, a Física desenvolvida especialmente a partir do século XX. Pilares que provocaram revoluções na

---

<sup>1</sup> Mestrando em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Membro do Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência e Ensino (gepCE). Apoio: Capes.

<sup>2</sup> Professora Titular da Faculdade de Educação da Unicamp. Coordenadora do gepCE

maneira como pensamos o mundo: Einstein, por exemplo, com sua teoria da Relatividade Restrita, propõe espaço e tempo interligados e não mais absolutos; já com o advento da FQ, as noções de realidade e de causalidade foram profundamente afetadas, como afirma Heisenberg (1999, p. 198): “(...) a validade rigorosa da mecânica quântica compele-nos ao afastamento do conceito de realidade da física clássica.”. Cavalcante e Tavolaro (2001), ao também comentarem sobre as implicações filosóficas do desenvolvimento da FQ, ressaltam a importância dessa teoria na mudança de concepção de mundo e de postura diante da vida do homem moderno, afinal, segundo elas, o comportamento ondulatório da natureza implicaria no fim do determinismo. Já Pinto e Zanetic (1999) afirmam que a FQ permite explicar fenômenos que a Física Clássica não explica, constituindo, também, uma outra visão de mundo.

Além de sua importância em termos filosóficos, a FQ possui relevância para a área de pesquisa em Física e para o desenvolvimento das tecnologias atuais: grande parte dos aparatos que nos rodeiam (computador, CD, televisão, etc) estão baseados em aspectos relacionados à FQ. Nessa perspectiva, Greca e Moreira (2001) afirmam que os efeitos da FQ sobre a tecnologia moderna e a variedade de fenômenos por ela explicados, tornariam recomendável seu estudo em diversas áreas e cada vez mais cedo. Já as orientações curriculares oficiais da educação brasileira voltadas para o ensino da Física (BRASIL, 2002) afirmam que abordar tópicos como a Relatividade de Einstein e a Física Quântica (FQ) no EM poderia proporcionar a compreensão da Física e da Tecnologia como integrantes da cultura humana e da forma pela qual elas influenciam nossa interpretação do mundo atual.

Portanto, assim como concluem Silva e Almeida (2011), podemos dizer que há muitas justificativas para que se abordem aspectos da FQ no EM, dada sua importância filosófica, tecnológica, na área de pesquisa e as indicações oficiais da educação brasileira. Entretanto, há também possíveis empecilhos, sendo, talvez, o principal deles, a complexidade dos conteúdos. Porto e Porto (2008, p. 1), por exemplo, afirmam que as tentativas de inserir tópicos de FMC nos programas escolares “(...) se defrontam muitas vezes com obstáculos associados à dificuldade de se transmitir de forma clara conceitos bastante complexos e desenvolvidos em linguagem matemática avançada. (...)”. De fato, na produção do conhecimento físico “(...) é fundamental a linguagem formal, a linguagem matemática, mas não é dispensável a linguagem comum.” (ALMEIDA, 2004, p. 96). Além disso: “(...) as linguagens comum e matemática não são passíveis de tradução de uma para a outra, pois enquanto a linguagem comum está associada a fenômenos específicos, a matemática se presta à representação de conjuntos de fenômenos.” (ALMEIDA, 2004, p. 117). O problema é que, em geral, como

afirmam Almeida e Mozena (2000, p. 427), o estudante tem “(...) grande dificuldade em dialogar com essa linguagem, uma vez que está acostumado a se expressar e elaborar seus pensamentos em linguagem comum.”.

Logo, acreditamos que uma possível alternativa para ensinar tópicos de FQ nas aulas de Física do EM é o uso de textos de divulgação científica, afinal, textos desse gênero, segundo Gama e Almeida (2006), teriam como principal finalidade a divulgação do conhecimento científico a um público leigo e como papéis em sala de aula: possibilitar aos estudantes a oportunidade de manifestarem suas interpretações próprias na produção de sentidos; trazer para o debate em sala de aula assuntos relacionados ao cotidiano do estudante; motivar para determinado tema e para a leitura em geral; ressaltar aspectos da natureza da prática científica; e auxiliar na construção da história de leitura de cada estudante. Já Silva e Kawamura (2001, p. 318) acreditam ser provável que a atualização de conhecimentos ensinados na escola “(...) torne-se uma consequência promovida pelo uso de textos de divulgação científica.”, afinal, boa parte dos textos desse gênero aborda assuntos atuais. Ou seja, o uso de textos de divulgação científica em sala de aula poderia favorecer a inserção de tópicos como a FQ, por exemplo.

Dessa forma, neste trabalho buscamos compreender de que forma estudantes do EM produzem sentidos, a partir da leitura de um pequeno texto de gênero divulgação científica que fala de forma bastante introdutória sobre a FQ e algumas de suas aplicações tecnológicas. O texto foi montado a partir de recortes de artigos publicados na revista de divulgação científica “Com Ciência” (SBPC/Labjor - Unicamp).

## **2. Condições de Produção do Estudo e Apoio Teórico-Metodológico**

Vinte e cinco alunos de duas turmas do terceiro ano do EM de uma escola pública brasileira leram o texto elaborado e responderam a um questionário formulado com questões abertas. A atividade foi desenvolvida no final do ano letivo de 2010 e pensada na perspectiva de que a leitura fosse “(...) o ensejo para que os estudantes formulassem suas próprias opiniões sobre o que leram e sobre os interdiscursos que a leitura pode produzir.” (ALMEIDA ET AL, 2006, p. 74). Houve permissão do professor das turmas para a realização da pesquisa com os alunos. O responsável pela solicitação de leitura e aplicação do questionário é o primeiro autor deste trabalho e nunca tinha entrado nas duas turmas em que a atividade foi realizada, nem era professor da escola. Foi dito aos alunos que a atividade não era obrigatória

e não valia nenhum tipo de nota. Também foi colocado o compromisso de que em nenhum momento eles seriam identificados.

Como apoio teórico-metodológico e analítico adotamos aportes da Análise de Discurso (AD) na vertente iniciada na França por Michel Pêcheux. Na perspectiva da AD a linguagem não é transparente, “(...) os sentidos não estão só nas palavras, nos textos, mas na relação com a exterioridade, nas condições em que eles são produzidos e que não dependem só das intenções dos sujeitos. (...)” (ORLANDI, 2007, p. 30). Age sempre uma memória discursiva, constituída por “(...) todo o conjunto de formulações feitas e já esquecidas que determinam o que dizemos. Para que minhas palavras tenham sentido é preciso que elas já façam sentido. (...)” (ORLANDI, 2007, p. 33). Assim, a produção de sentidos, isto é, a interpretação, ocorre necessariamente a partir de repetições, classificadas em três níveis: a) repetição empírica – na qual há um simples exercício mnemônico; b) repetição formal – na qual é dita a mesma coisa utilizando outras palavras; e c) repetição histórica – na qual o sujeito traz para o discurso sua história de leituras, isto é, o sujeito associa seu discurso à sua memória discursiva (ORLANDI, 1996, p. 70). Nesse quadro, as possibilidades da escola estariam em levar os estudantes a passarem da repetição empírica para a repetição histórica, já que nessa última é evidenciada uma produção de sentidos mais fundamentada. Além disso, o processo de interpretação é condicionado pelas condições de produção imediatas – que em nosso caso são a leitura do texto e a aplicação do questionário em sala de aula – e pelas condições de produção históricas - a história de vida, a história de leituras de cada sujeito.

### **3. Texto, questões, respostas e análise**

Apresentamos abaixo o texto lido pelos estudantes:

*A teoria quântica surgiu da tentativa de compreender os problemas de interação da radiação com a matéria e solucionar alguns desses problemas. Vários textos dizem que o primeiro passo no desenvolvimento dessa teoria foi um trabalho de Max Planck em 1900.*

*- Mas para que ela serve, qual é a sua relevância para a nossa vida?*

*A quântica é uma teoria fundamental para os avanços tecnológicos de nosso mundo atual e do vasto conhecimento científico que estamos adquirindo. Grandes avanços práticos e teóricos em áreas como astronomia, medicina, biologia, química e física são frutos de sua aplicação. Seus conceitos causaram uma revolução na forma como entendemos o universo, mostrando que o comportamento da matéria a nível atômico não obedece a regras bem*

*estabelecidas de nosso mundo macroscópico. Sem a quântica não conheceríamos inúmeros objetos com os quais lidamos corriqueiramente hoje em dia. Só para se ter uma ideia podemos mencionar o nosso aparelho de CD, o controle remoto de nossas TVs, os aparelhos de ressonância magnética em hospitais, os telefones celulares, os lasers, a genética molecular e até mesmo o microcomputador. Todos os dispositivos eletrônicos usados nos equipamentos da chamada high-tech (alta-tecnologia) só puderam ser projetados porque conhecemos a mecânica quântica.*

*Texto montado com recortes de Caldeira (2001), De Groot (2001) e Martins (2001).*

Uma das questões respondidas pelos estudantes foi: “Se você fosse contar a alguém o que leu nesse texto, o que você contaria?”.

Utilizando a noção de repetição e os três níveis em que ela é classificada segundo o referencial da AD, analisamos a resposta dada por cada estudante a essa questão. A partir disso, concluímos que a grande maioria utilizou repetições empíricas e formais. Apresentamos e comentamos abaixo algumas das respostas dos alunos:

- “Diria que a teoria quântica é importante para o avanço tecnológico em diversas áreas.”

- “Que uma teoria de estudos que pouco conhecemos está praticamente ligada a tudo que usamos hoje em dia.”

Nessas respostas fica evidente que os alunos apenas coletaram informações presentes no texto e as escreveram com outras palavras. Não há evidência de trabalho com a memória, com a história de leituras. Entretanto, acreditamos que, devido à simplicidade do texto, em geral, os estudantes conseguiram produzir os sentidos esperados a partir da leitura, corroborando com essa hipótese o fato de que quando analisamos quais os trechos do texto mais mencionados nas respostas obtivemos o resultado apresentado na Tabela 1:

**Tabela 1: Trechos do texto mencionados nas respostas**

TRECHO	Nº DE MENÇÕES
a quântica é fundamental para os avanços tecnológicos	10
importância da quântica para diversos aparelhos	6
que a quântica visa compreender os problemas da interação radiação-matéria	3
que foi Planck quem a iniciou	2

De fato, ao ler o texto, a impressão que temos é que seu foco reside em mostrar a importância da FQ para o desenvolvimento tecnológico atual.

Vale ressaltar, também, que embora tenhamos observado predomínio de repetições empíricas e formais, na resposta de um aluno ficou explícito o relacionamento entre sua história de leituras e a leitura realizada em sala de aula (repetição histórica):

- *“Que a teoria quântica apesar [de] parecer algo complicado e que apenas poucos conseguem entender (os físicos), ela nos cerca e está presente em nossas vidas e chegamos até a depender dela.”*

A resposta revela que o aluno que a escreveu já havia lido (ou ouvido) que a teoria quântica é uma teoria complicada. Ou seja, a leitura realizada em sala de aula fez com que ele retomasse uma informação sobre o assunto, já que em nenhum momento o texto lido na ocasião da pesquisa falava algo nesse sentido.

Ao perguntar aos estudantes se tiveram dificuldades na leitura do texto, verificamos que 12% (três alunos) tiveram e que 88% (22 alunos) não. Exemplificamos com duas respostas, uma de cada tipo:

- *“Nenhuma, o texto está bem explicado e resumido.”*

- *“É complicado, pois eu não sabia o que é teoria quântica, fica meio difícil entender por apenas uma leitura.”*

Interessante notar nessa última resposta a necessidade apontada pelo estudante de serem trabalhadas não apenas uma leitura, mas sim, algumas leituras, o que poderia possibilitar um melhor entendimento, o relacionamento de ideias e a ampliação da história de leituras sobre o assunto.

Questionamos também se os estudantes gostariam de ter aulas sobre FQ. 88% (22 alunos) disseram que sim e 12% (três alunos) disseram que não. Assim, a ampla maioria dos estudantes que participaram da pesquisa disse que gostaria de ter aulas sobre FQ. Esse resultado não era esperado, pois a maioria dos alunos costuma não simpatizar com a Física – fato que percebemos ao entrar em contato com eles em escolas. Apesar disso, não podemos considerar esse resultado como conclusivo, uma vez que trabalhamos com “apenas” 25 alunos e, sobretudo, porque eles podem ter respondido levando em conta o que na opinião deles nós queríamos que eles respondessem. Sobre esse mecanismo de antecipação, Orlandi (2007, p. 39) afirma que ele consiste em “(...) colocar-se no lugar em que o seu interlocutor ‘ouve’ suas palavras. (...) Esse mecanismo regula a argumentação, de tal forma que o sujeito dirá de um modo, ou de outro, segundo o efeito que pensa produzir em seu ouvinte. (...)”.

Feitas essas ressalvas, vale notar, entretanto, que outro fator que pode ter contribuído para termos notado amplo interesse dos alunos por aulas sobre a FQ foi a leitura feita por eles antes de responderem às questões, ou seja, a leitura do texto, pode ter incentivado o interesse em estudar FQ. Corroborando com essa hipótese o fato de que quando questionados “para quê” gostariam de ter aulas sobre a FQ, a grande maioria dos estudantes justificou dizendo algo relacionado a ter interesse pelo assunto ou por acreditar que a FQ é importante – o texto, por exemplo, mostrava a importância desse conteúdo para a tecnologia. Abaixo, exemplos de respostas:

- *“Sim, para ter conhecimento sobre a Ciência.”*
- *“Sim, porque sem a quântica não conheceríamos alguns objetos e passa ser fundamental para o avanço tecnológico moderno.”*
- *“Sim, gostaria para me informar mais sobre o que é Física Quântica.”*

#### **4. Considerações finais**

Certamente o formalismo matemático da FQ é bastante complexo. Entretanto, isso não justifica a ausência dessa teoria nas aulas de Física do EM, pois há outras possibilidades de abordagens, como, por exemplo, através de textos de divulgação científica. Nesse trabalho, procuramos evidenciar a partir da leitura de um pequeno texto sobre FQ por estudantes do EM, como a leitura de textos de divulgação científica pode proporcionar-lhes a oportunidade de incrementarem sua “cultura científica”, sua história de leituras, afinal, a grande maioria dos estudantes do EM nunca mais terá contato formal com a Física por não necessitarem dela para suas profissões. Nesse sentido, concordamos com Pinto e Zanetic (1999, p. 21): “(...) Física Quântica também é cultura.” e com a afirmação de Almeida (2004):

“Nessa perspectiva de mediação cultural, as finalidades para se ensinar ciência podem assumir um espectro bastante abrangente, podendo-se esperar desse ensino que ele possibilite ao estudante, entre outros objetivos: a internalização de conceitos e leis previamente selecionados; o reconhecimento das condições sociais em que determinadas leis da natureza e certos conceitos foram produzidos, bem como o entendimento de suas influências sobre a sociedade; a compreensão de modos de produção da ciência; a possibilidade de crítica em relação a aplicações e implicações sociais da instituição científica; a aquisição de habilidades e atitudes pertinentes ao fazer científico; o incremento da auto-estima pela inserção em questões próprias de seu tempo. (...)” p. 96.

A experiência apresentada neste trabalho parece indicar também que estudantes do EM têm ou podem desenvolver interesse em ter aulas sobre FQ a partir da leitura de textos de divulgação científica, os quais funcionariam, então, como incentivadores. Importante papel dada a conjuntura atual em que muitos alunos não se sentem motivados pelo estudo.

## 5. Referências bibliográficas:

ALMEIDA, M. J. P. M. **Discursos da ciência e da escola: ideologia e leituras possíveis**. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2004.

ALMEIDA, M. J. P. M.; MOZENA, E. R. Luz e Outras Formas de Radiação Eletromagnética: Leituras na 8ª Série do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, setembro, 2000. Acesso em 16 abr. 2012, disponível em [http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22\\_426.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_426.pdf)

ALMEIDA, M. J. P. M.; SOUZA, S. C.; SILVA, H. C. Perguntas, respostas e comentários dos estudantes como estratégia na produção de sentidos em sala de aula. In: Roberto Nardi; Maria José P. M. de Almeida. (Org.). **Analogias, Leituras e Modelos no Ensino de Ciência: a sala de aula em estudo**. São Paulo: Escrituras. 2006, pp. 61-75.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio (PCN+EM)**. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Física. Brasília: Ministério da Educação do Brasil. 2002. Acesso em 16 abr. 2012, disponível em <[http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN\\_FIS.pdf](http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf)>.

CALDEIRA, A. Física Moderna: Mito e Ciência. A Física Quântica: o que é, e para que serve. **Com Ciência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**. n. 20, maio de 2001. Acesso em 16 abr. 2012, disponível em <<http://www.comciencia.br/reportagens/fisica/fisica02.htm>>.

CAVALCANTE, M. A. ; TAVOLARO, C. R. C. . Uma oficina de física moderna que vise a sua inserção no ensino médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, nº 3, p. 298-316, dezembro 2001. Acesso em 16 abr. 2012, disponível em <<http://www.comciencia.br/reportagens/fisica/fisica02.htm>>.

DE GROOTE, J. J. Física Moderna: Mito e Ciência. A Teoria Quântica depois de Planck. **Com Ciência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**, n. 20, maio de 2001. Acesso em 16 abr. 2012, disponível em <<http://www.comciencia.br/reportagens/fisica/fisica06.htm>>.

GAMA, L. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. Condições de produção numa leitura de divulgação científica. **Revista Espiral**, ano 7, n. 26, 2006.

GRECA, I. M. ; MOREIRA, M. A. . Uma revisão da literatura sobre estudos relativos ao ensino da mecânica quântica introdutória. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.6, n.1, 2001. Acesso em 16 abr. 2012, disponível <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID179/v6\\_n1\\_a2001.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID179/v6_n1_a2001.pdf)>.

HEISENBERG, W. **Física e Filosofia**. Tradução de Jorge Leal Ferreira. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 4ª edição – Edições Humanidades, 1999.

MARTINS, R. A. Física Moderna: Mito e Ciência. A Física no final do século XIX: modelos em crise. **Com Ciência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**. n. 20, maio de 2001. Acesso em 16 abr. 2012, disponível em <<http://www.comciencia.br/reportagens/fisica/fisica05.htm>>.



ORLANDI, E. P. **Interpretação: autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico**. Petrópolis: Vozes, 1996.

ORLANDI, E. P. **Análise de Discurso: princípios e procedimentos**. 7ª edição. Campinas, SP: Pontes, 2007.

PINTO, A. C. ; ZANETIC, J. . É possível levar a física quântica para o ensino médio? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.16, n.1, 1999. Acesso em 16 abr. 2012, disponível em <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6873/6333>>.

PORTO, C. M. ; PORTO, M. B. D. S. M. . Uma visão do espaço na mecânica newtoniana e na teoria da relatividade de Einstein. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, nº 1, Seção História da Física e Ciências Afins, 2008. Acesso em 16 abr. 2012, disponível em <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/301603.pdf>>.

SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. Física Quântica no Ensino Médio: o que dizem as pesquisas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, pp. 624-652, dez. 2011. Acesso em 16 abr. 2012, disponível em <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/21757941.2011v28n3p624/20255>>.

SILVA, J. A. da ; KAWAMURA, M. R. D. . A natureza da luz: uma atividade com textos de divulgação científica em sala de aula. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, nº 3, 2001. Acesso em 16 abr. 2012, disponível em <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6667/14045>>.