UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA ENSINAR FÍSICA DE PARTÍCULAS: PROPOSTAS PARA SALA DE AULA NO ENSINO MÉDIO

Manual do Professor

André Lima Gomes
Profa. Dra. Graciella Watanabe

Santo André – SP
Setembro de 2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Gomes, André Lima
A divulgação científica para ensinar Física de Partículas: propostas para sala de aula no Ensino Médio / André Lima Gomes – 2019.

29 fls.: il.

Orientadora: Profa. Dra. Graciella Watanabe

Produto Educacional de Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, Santo André, 2019.

Referências Bibliográficas:
1. Divulgação Científica. 2. Ensino de Física. 3. Física de Partículas. 4. Textos. I. Watanabe, Graciela. II. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF. III. Título.

“O educador democrático não pode negar-se o dever de, na sua prática, reforçar a capacidade crítica do educando, na sua curiosidade, sua insubmissão.”

Paulo Freire (Pedagogia da Autonomia)

Sumário

Apresentação **5**

Introdução **7**

1. Explorando textos de divulgação científica para ensinar física de partículas na sala de aula **9**

1.1 Critérios de seleção de textos 9

1.2 Roteiros 12

1.3 Descrição das etapas das atividades de ensino aprendizagem 13

2. Usos de TDC para abordar física de partículas baseados em roteiros educacionais **16**

2.1 Roteiro 1: Ponto de encontro 16

2.2 Roteiro 2: Sobre o Discreto Charme das Partículas Elementares 18

2.3 Roteiro 3: “Sopa” primordial 19

Referências Bibliografias **23**

Apresentação

Caro Professor,

Este manual é o resultado da elaboração e aplicação de uma pesquisa integrante de uma dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do ABC no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF). Temos o objetivo de, por meio deste material, oferecer-lhe o apoio necessário para construir e aplicar atividades de leitura para ensinar Física a partir de textos de divulgação científica.

Assim, a nossa pesquisa parte de duas premissas: primeira, inserir tópicos de física moderna e contemporânea (FMC) no currículo de física no Ensino Médio e, para tanto, encontramos na física de partículas o potencial necessário para avivar a aprendizagem dos alunos, atrelando o conhecimento físico aos desafios da sociedade moderna, conectando-os a uma ciência de fronteira e com uma produção efervescente; e segunda, verificar quais as possibilidades de inserção de textos de divulgação científica como alternativa para ensinar conteúdos de física.

Com o objetivo de apresentar e discutir uma proposta de prática de ensino de Física, temos duas inquietações: em um primeiro plano, os pressupostos nos quais o professor baseia seu trabalho, ou seja, a noção de currículo, metodologias de ensino-aprendizagem e uma avaliação da aprendizagem que norteie a prática letiva; e, em um segundo plano, as questões objetivas do trabalho docente, nesse sentido podemos discutir as condições de trabalho, carga horária, equipamentos para demonstrações experimentais, entre outros. Confesso termos maior inclinação em discutir os aspectos relacionados ao currículo e à avaliação da aprendizagem, e, assim, buscar adquirir repertório para inovar nossos métodos e inserir em nossas aulas outras maneiras de exposição e demonstrações de conceitos da Física, que possam auxiliar no pensar e no repensar do ensino de Física para propiciar maior entendimento do aluno sobre o assunto estudado, principalmente ao que se refere à Física Contemporânea.

Partindo dessa hipótese, o projeto aqui apresentado tem o intento de aprofundar essas questões relacionadas à utilização de textos de divulgação científica em sala de aula, destacando as suas potencialidades de utilização, bem como oferecer possíveis alternativas de ações, por meio da avaliação, que norteiem a escolha das estratégias de ensino/aprendizagem

com vistas a desencadear uma aprendizagem efetiva dos conteúdos[1], na qual educador e educando estabeleçam uma relação com o mundo, com o outro, e com ele mesmo, de um sujeito confrontado com a necessidade de aprender (CHARLOT, 2000).

Ademais, apresentamos e defendemos a nossa proposta sem a pretensão ou o peso de ser uma resposta definitiva que acudirá o ensino da Física do seu atraso já conhecido, mas que precisa ser entendida como uma, dentre muitas possibilidades, de se levar o ensino da Física Moderna e Contemporânea para as aulas do Ensino Médio. Ficamos abertos a colaborações, críticas e sugestões para o aprimoramento desta proposta de ensino.

Os autores,

André Lima Gomes
andre.lima@ufabc.edu.br

Profa. Dra. Graciella Watanabe
graciella.watanabe@ufabc.edu.br

[1] Na noção de conteúdo entra a discussão sobre o currículo e seus desdobramentos dentro das perspectivas da BNCC e da matriz curricular do Estado de São Paulo.

Introdução

Muitos trabalhos indicam a necessidade de se remodelar o currículo das escolas de Ensino Médio (EM), pois podemos perceber uma importante defasagem dele em relação ao desenvolvimento da ciência atualmente. Em especial, a Física que é ensinada nas escolas, pautada pelo ENEM e os grandes vestibulares, tem seus tópicos centrados na Física Clássica (Mecânica, Termologia, Ótica Geométrica, Ondas e Eletromagnetismo), ou seja, é apresentada apenas a física desenvolvida até o final do século XIX. No entanto, o tratamento de todos os tópicos da física não é palpável, uma vez que o tempo destinado ao ensino desse conteúdo na educação média não é suficiente para dar conta de todos os saberes que estão associados a ele. Nesse contexto, faz-se necessário fazer escolhas que dependem da realidade em que a escola está inserida – restrição de horário, tamanho da turma, etc. – e, primordialmente, de elencar critérios que indiquem quais os fenômenos físicos são mais relevantes nesse mundo contemporâneo e tecnológico. Paralelamente, o professor pode se sentir inseguro em se lançar a qualquer mudança no domínio escolar, bem como, pode estar sujeito a um sistema de ensino que dificulta qualquer tipo de inovação, com pouca flexibilidade e com um compromisso exacerbado com resultados nos vestibulares.

Assim, no presente trabalho, defendemos a inserção de temas relacionados à ciência moderna, isto é, que tópicos de física moderna e contemporânea (FMC) façam parte das aulas de física no Ensino Médio, vinculando-as ao mundo moderno. Para tanto, acreditamos que a inserção de física de partículas (FP) cumpra perfeitamente esse papel e fomente uma efetiva aprendizagem, conectando a física às necessidades e desafios da sociedade moderna e assim despertem o interesse e motivação dos educandos, visto que estamos lidando com uma ciência de fronteira com uma produção efervescente e, portanto, seguindo uma tendência já apontada por Terrazzan (1994), que com um trabalho já consagrado, aponta um movimento mundial que corrobora a nossa proposta.

Dialogando com esse debate, acredita-se que para formar um cidadão protagonista e participativo na sociedade é necessário proporcionar-lhe acesso a uma educação científica, não apenas no sentido prático do aprendizado escolar, mas também no sentido da física como visão de mundo, como cultura (OSTERMAN e CAVALCANTE, 2001). Nesse sentido, a inserção de textos de divulgação científica (TDC) nos processos de ensino aprendizagem torna-se uma alternativa viável, aproximando os pesquisadores dos nossos educandos no Ensino Médio. Existe uma quantidade importante de trabalhos investigativos na área de ensino de física que apresentam reflexões e propostas de utilização da DC no Ensino Médio (ASSIS e

TEIXEIRA, 2003; OSTEMAN e CAVALCANTE, 1998; OSTEMAN E MOREIRA, 2001; SANTIAGO, ARAUJO e NORONHA, 2017; TERRAZZAN e GABANA, 2003; SILVA e ALMEIDA; 1999; RIBEIRO e KAWAMURA, 2006).

A utilização da DC para promoção da educação científica vai além de assumir a missão de atingir um público mais amplo traduzindo uma linguagem especializada para uma mais leiga, é muito mais amplo que expor os resultados advindos da produção científica e acadêmica. A DC reflete conjuntamente o saber e a produção da ciência, assim o cientista que assume o papel de divulgador da ciência, pode se reconhecer como interlocutor do diálogo entre o conhecimento produzido pela ciência e o relacionado a ela (WATANABE, 2012). Não obstante, a nossa preocupação também perpassa em como se dá o acesso ao conhecimento científico, qual a qualidade do conteúdo veiculado pelos canais de comunicação, remetendo-nos à necessidade de problematizar como essas informações são incorporadas pelos aprendizes e como esse conhecimento é utilizado na tomada de decisões em situações cotidianas. Para além da utilização de TDC's, a nossa discussão pretende aproximar professores de tópicos de FMC, especialmente a FP, e apontar caminhos que indiquem que esses tópicos são acessíveis e que podem ser abordados no Ensino Médio.

É importante reconhecer, ainda, acerca dos modos como podemos compreender essas dificuldades encontradas pelos alunos em suas práticas educativas na escola. Sendo, por vezes, desafiador propor ações de inserção de divulgação nas aulas de física que possibilitem ser significativas aos alunos ao mesmo tempo em que o professor possa ter subsídios para compreender como os mesmos estão entendendo tais ações.

Acreditamos que a divulgação científica produzida na fronteira entre o campo científico e espaço escolar exerce uma influência importante sobre a atualização do currículo de Física na educação básica no Brasil, tendo em vista as implicações nos contextos tecnológicos, ambientais, sociais, políticos e econômicos. E um dos caminhos a serem explorados é a efetiva inserção da Física Moderna e Contemporânea a partir da Física de Partículas no currículo do Ensino Médio, que traz consigo a dificuldade de aproximação entre as pesquisas produzidas nos grandes centros e a sua abordagem em sala de aula.

1. Explorando textos de divulgação científica para ensinar física de partículas na sala de aula

Ensinar Física de Partículas não é nada fácil, os conceitos atrelados a esse campo do conhecimento não são intuitivos e, no geral, não são encontramos analogias clássicas. Nesse sentido, preocupados com essa temática, propusemos Atividades de Ensino e Aprendizagem com o objetivo de ensinar conhecimentos de Física de Partículas para o Ensino Médio. Acreditamos que a inserção de textos de DC como recurso didático para o ensino de Física pode oportunizar novas práticas de leitura no contexto da sala de aula, com discussões e debates, promovendo nos educandos a formação de opinião. Desse modo, a leitura pode aperfeiçoar a apreensão de termos e/ou conceitos científicos, tornando a aula colaborativa e promovendo nos alunos as habilidades leitora e escritora, melhorando o seu vocabulário e assim contribuindo para a vida do aluno.

Nesse sentido, inicialmente pretendemos lançar mão de possíveis critérios para a seleção dos TDC, bem como elencar possíveis estratégias de utilização de TDC para o ensino de física de partículas, buscando compreender como se dará a relação do educador e dos educandos com esse saber durante os processos de ensino aprendizagem. Em um segundo momento, pretende-se apresentar uma proposta de roteiro de Atividades de Ensino Aprendizagem que proporcionem uma aprendizagem efetiva de conceitos de Física de Partículas selecionados para estudantes do Ensino Médio.

1.1 Critérios de seleção de textos

Acreditamos que este seja um item crucial para o sucesso das atividades de ensino aprendizagem, pois a escolha de um TDC que atenda às expectativas de trabalho em sala não é trivial e deve se adequar às características inerentes a turma em que se vão desenvolver as atividades, ou seja, quais os objetivos de leitura? Como será a relação texto-aluno? O tipo de difusão científica se aproxima do nível de competência da turma? A fonte do texto tem credibilidade? Tentaremos aqui indicar possíveis critérios de seleção de textos de divulgação científica.

As fontes dos TDC's têm credibilidade?

Com o advento da internet a acessibilidade a notícias e informações de naturezas diversas foi enormemente facilitada. Tudo que se quer saber está a um clique de distância. Esse imediatismo se tornou um campo fértil para o aparecimento de novas formas e fontes de divulgação científica, a citar: portais, blogs, canais de vídeo (também conhecidos como vídeo

blog) na plataforma YouTube, revistas e jornais impressos e eletrônicos, sites atrelados a laboratórios de pesquisa, podcasts etc.

Essa multiplicidade de fontes de notícias e divulgação de pesquisa e acontecimentos científicos enseja uma variação na qualidade do texto, a verossimilhança do conhecimento divulgado e a tradição do meio de comunicação em desenvolver esse tipo de trabalho.

Possíveis critérios de seleção, quanto à credibilidade das fontes:

- **Notórios conhecimento e competência científicos:** indicamos que as fontes de TDC precisam estar atreladas a periódicos impressos ou eletrônicos sob a tutoria de institutos de pesquisa, órgãos governamentais, instituições de ensino respeitadas (UFABC, USP, UNICAMP, UERJ, UFRJ, UFRGS, UNB, UFBA etc.), associações científicas (SBF, SBPC, ABRAPEC etc.), bem como as publicações mantidas por agências de fomento à pesquisa como CNPq, CAPES, FAPESP, FAPERJ, FAPEMIG etc. Essas publicações têm uma representatividade importante na comunidade científica e têm um interesse especial em difundir de maneira ilibada e precisa questões atreladas a questões científicas.

- **Fontes atualizadas:** O desenvolvimento científico é dinâmico e incessante, ou seja, a ciência está acontecendo, expandindo a nossa compreensão do universo. Por conseguinte, cientistas e divulgadores publicam uma quantidade considerável de artigos por ano em diferentes áreas de investigação científica. Essa profusão de material de divulgação científica pode acarretar que fontes de artigos de cunho científico tornem-se desatualizadas se não forem alimentadas periodicamente.

- ***Qualis:*** Mantido pela CAPES, o *Qualis* representa um sistema utilizado para avaliar a produção de periódicos utilizados por programas de pós-graduação para a divulgação da sua produção científica. A CAPES fornece uma lista com a classificação das publicações, a partir da análise feita por comitês de consultores de cada área do conhecimento e de critérios já estabelecidos, observando o grau de importância, qualidade e abrangência das produções. A partir desses critérios o docente terá uma boa noção do quão crível é a publicação a ser selecionada, tendo em vista que a classificação imposta pelo Qualis tem um rigor importante e respeitado pelo meio acadêmico.

- **Citações:** Em geral, é comum e muito bem quisto que algumas publicações científicas deem crédito a pesquisas relacionadas ao tema apresentado, indicando uma série de

citações. Consequentemente, podemos avaliar a qualidade a credibilidade do TDC a partir das fontes citadas: possivelmente um artigo científico que apresente citações primárias de grandes laboratórios ou outros artigos científicos de publicações com Qualis melhor classificado. Quanto melhor a qualidade (Qualis) nas citações de artigos de publicações científicas fornecidas, mais fiel será o retrato apresentado da ciência envolvida, em detrimento de uma publicação permeada de referências desconhecidas, insuficientes ou inexistentes. Esse critério de seleção, além de ajudar a escolher o texto mais adequado para a atividade planejada, pode auxiliar na verificação das informações, bem como no aprofundamento de questões relacionadas ao tema tratado.

Tipo de divulgação científica: o texto possui uma linguagem adequada para o público alvo?

A partir do capítulo 1, em que delimitamos a nossa noção de divulgação científica, temos a clareza em afirmar que o sucesso na utilização de TDC's para ensinar Física está intimamente ligado à complexidade do texto escolhido para as atividades. Um Texto de Divulgação Científica reclama uma linguagem mais acessível a um público não especializado, porém nem sempre o divulgador é feliz em sua tarefa, e o texto pode apresentar um léxico pouco agradável a um estudante do Ensino Médio.

Portanto, o critério de escolha de um texto necessita levar em consideração a adequação dele a seu público alvo, isto é, o texto precisa ter uma linguagem que acolha os estudantes, com a qual eles se sintam confortáveis em lê-los e se percebam autônomos em construir uma compreensão própria.

O texto: Relações com o conteúdo e com o leitor

Isabel Solé (2007) aponta em sua obra a importância de se ter clareza dos objetivos que irão balizar a leitura e como isso influencia a interpretação do leitor, sendo que essa interpretação não vem do texto, mas da relação que o educando estabelece entre o que se lê, seus conhecimentos prévios e, principalmente, a compreensão da linguagem expressa no texto. Assim, uma boa escolha de um TDC implica uma relação texto-aluno mais amistosa, em que o aluno se sente apto e encorajado a ler e compreender o texto de forma autônoma ou com intervenções sutis do professor ou dos seus pares (SOLÉ, 2007).

O aluno é, em tese, um leitor "consciente do que entende e do que não entende", desse modo, a sua compreensão de um conteúdo por meio da leitura de TDC é o resultado, também, da "clareza e coerência do conteúdo dos textos, da familiaridade ou conhecimento da sua estrutura e do nível aceitável do seu léxico, sintaxe e coesão interna." (SOLÉ, 2007, p. 70).

Isso posto, com o texto escolhido a partir dos critérios de seleção dos elencados acima, o nosso próximo passo é conceber um formato para a construção dos roteiros.

1.2 Roteiros

A nossa proposta de roteiro de atividades de ensino aprendizagem (produto educacional) tem por objetivo oferecer subsídios aos professores de física para uma nova prática de ensino, para além da resolução mecânica de situações problema apresentadas nos livros didáticos, mas uma prática que fomente a formação crítica nos educandos, na qual eles sejam capazes de aprender de forma autônoma a partir dos textos propostos, isto é, que a leitura se torne uma ação prazerosa e "automotivada". O professor, segundo Solé (2007), por sua vez, deve assumir um papel de mediador que incentiva o protagonismo do aluno frente à atividade proposta, sempre levando em consideração a complexidade que caracteriza a leitura, como também a maturidade dos educandos envolvidos nesse processo.

Seguindo os preceitos de Solé (2007), cada atividade de leitura deve ser balizada por três preceitos: as atividades "antes da leitura", que passam pela motivação para a leitura, ou seja, segundo a autora "[...] nenhuma tarefa de leitura deveria ser iniciada sem que as meninas e meninos se encontrem motivados para ela, sem que esteja claro que lhe encontram sentido" (SOLÉ, 2007, p. 91), sendo este, portanto, o momento de se estabelecerem os objetivos para a leitura. As atividades "durante a leitura" proporcionam o momento de construir a compreensão do texto no momento da sua leitura, em que "[...] o leitor possa estabelecer previsões coerentes sobre o que está lendo, que as verifique e se envolva em um processo ativo de controle da compreensão." (SOLÉ, 2007, p. 118). E, por fim, as atividades "depois da leitura", que devem permitir aos estudantes a "identificação da ideia principal, elaboração de resumo e formulação de respostas de perguntas" (SOLÉ, 2007, p. 133), e que eles possam confrontar os seus conhecimentos iniciais (se for o caso) com o conteúdo apreendido depois da leitura do texto, fazendo uma síntese das ideias centrais do texto em questão.

O processo de avaliação sugerido segue a tríade: avaliação inicial, avaliação formativa e avaliação somativa. Para Solé (2007):

> "[...] o que se propõe para ensinar é partir de onde está o aluno, garantir que a tarefa de aprendizagem constitua um desafio ao seu alcance, intervir de tal forma que se possa proporcionar a ajuda necessária e constatar que progressivamente, ele pode usar com competência as estratégias ensinadas de forma autônoma." (SOLÉ, 2007, p.164)

A avaliação diagnóstica, de natureza investigativa, dar-nos-á elementos de como os educandos, ao lerem os TDC, colocam-se diante do tema abordado e se o aluno apresenta ou

não habilidades, competências e pré-requisitos para as atividades de ensino aprendizagem propostas. Essa avaliação deve acontecer no início das atividades, a fim de fornecer elementos que indiquem as condições em que o processo de ensino-aprendizagem vai acontecer, assim o professor poderá planejar ou replanejar as suas ações durante as atividades propostas. A avaliação formativa, com um caráter quantitativo, vai apoiar e nos dar subsídios que indiquem, à medida que as atividades de ensino aprendizagem forem realizadas, o quanto os estudantes estão alcançando os objetivos propostos pelas estratégias de leitura. Dessa forma, avaliaremos o quanto os educandos avançam a cada etapa das atividades propostas, indicando possíveis avanços e/ou retrocessos subsequentes aos processos de ensino-aprendizagem, oportunizando ao professor identificar dificuldades de aprendizagem e deficiências na forma de ensinar. A avaliação somativa, com um viés quantitativo, tem como principal incumbência indicar os níveis de aproveitamento previamente estabelecidos, contribuindo na apresentação de resultados mais abrangentes obtidos ao final da atividade de ensino aprendizagem apresentada, bem como outorgar os resultados alcançados, atribuindo-lhes uma nota.

A nossa sugestão é que a leitura de TDC, com vistas ao envolvimento dos educandos durante os processos de ensino aprendizagem, seja articulada com essas estratégias de leitura para facilitar a aprendizagem de conceitos básicos de Física de Partículas no Ensino Médio por meio de textos de divulgação científica tendo como temas: os constituintes da matéria, a cromodinâmica quântica e o plasma de quarks e glúons. A estratégia didática utilizada foi a organização de atividades sequenciais compostas de 5 (cinco) aulas com duração de 45 (quarenta e cinco) minutos cada, com 5 (cinco) atividades e deve ser aplicada com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio.

1.3 Descrição das etapas das atividades de ensino aprendizagem

A seguir temos uma breve descrição dos momentos antes, durante e depois da leitura:

i. Antes da leitura

- Seleção do texto: Nesta etapa, segundo os critérios de seleção indicados anteriormente, o docente deve escolher quais textos atendem às demandas de aprendizagem. Desse modo, propomos um questionário, para sistematizar uma análise do seu grau de concordância e preferência e se o texto possui os critérios de seleção que o docente espera. Propomos algumas perguntas para que se analise o texto pretendido, a fim de buscar perceber se ele apresenta as características desejadas:

1. O texto apresenta uma linhagem de fácil entendimento? Ou seja, o texto é adequado para a turma com a qual se pretende trabalhar?

2. A fonte tem notória tradição em tratar o referido tema escolhido?
3. A fonte do TDC é confiável, isto é, está atrelada a uma publicação que tem competência a respeito do tema tratado?
4. O tema abordado é verossímil?
5. A publicação apresenta:
   a) Se for um periódico, apresenta a classificação *Qualis* da CAPES?
   b) Se for um site, um blog, ou mesmo um podcast, é preciso verificar se a página pertence a um centro de pesquisa ou universidade, e/ou se faz parte de projetos desenvolvidos nesses locais.
6. As fontes secundárias apresentadas durante o texto são confiáveis?
7. O texto é visualmente atraente?
8. O texto é atual?

- Introdução: Apresentação dos objetivos da atividade a serem desenvolvidas em sala e como será o desenvolvimento da proposta, incluindo o processo de avaliação de rendimento. Em um segundo momento deve-se entregar o texto impresso para que os alunos possam levar para casa e fazer um apanhado geral do contexto do artigo indicado para leitura e a sua importância.

- Conceitos de Física: O docente deve expor aos educandos quais os conceitos serão abordados a partir do TDC.

- Antecipação de conteúdo: será solicitado que os alunos façam a leitura do texto, bem como a formulação de perguntas curtas a respeito dele. Essas questões servirão de estímulo para a verificação dos objetivos da atividade de leitura e podem ser formuladas tanto pelos educandos quanto pelo docente. Podem ser do tipo: Qual o assunto da leitura? Qual o objetivo dessa leitura? Qual a relevância das informações do texto para o tema tratado?

Tempo de duração: A atividade deve ocupar uma aula de 45 minutos.

ii. Durante a leitura

- Atividade 1: Dividir os estudantes em grupos de até quatro alunos ("organização social da sala de aula" (SOLÉ, 2007, p. 81)). Os grupos devem organizar as questões formuladas em casa para que sejam feitas, primeiramente aos seus pares e na ausência de resposta o professor deve intervir. A todo momento deve-se permitir e valorizar a

manifestação dos alunos em relação ao que foi lido, sendo esse um passo importante para que eles saiam do "achismo" e consigam expressar suas opiniões com um bom embasamento.

Tempo de duração: A atividade deve ocupar duas aulas de 45 minutos cada.

- Atividade 2: O professor deve, ao fim das discussões, ministrar uma aula expositiva utilizando uma apresentação de *slides*, retomando os conceitos presentes no texto e que já foram discutidos, sempre estimulando a discussão entre os educandos. Ainda em grupo, os estudantes devem elaborar um resumo (síntese, ou fichamento) a respeitos dos conceitos centrais do texto.

Tempo de duração: A atividade deve ocupar duas aulas.

iii. Depois da leitura

- Avaliação: Indicamos que o processo de avaliação de desempenho dos estudantes seja desenvolvido ao longo do desenvolvimento das atividades de ensino aprendizagem, isto é, de maneira contínua, a partir do desenvolvimento das atividades de ensino aprendizagem com os TDC (tarefas desenvolvidas coletivamente e individualmente, situações de sala de aula a partir do TDC distribuído em sala, registros do professor). Porém, também acreditamos na necessidade de uma avaliação somativa, individual ou em grupo, como fechamento de cada atividade, na qual deverão ser indicadas questões e/ou situações que possibilitem identificar o grau de compreensão dos conteúdos abordados durante as atividades e que podem evidenciar a apreensão de significados e a autonomia na aprendizagem.

Há de se ter em mente que o processo avaliativo não se encerra em uma "prova" do TDC, mas em uma verificação de como os educandos se colocam frente ao texto proposto, como eles emitem opinião fundamentada no TDC. Como forma de incentivar o protagonismo dos educandos, também indicamos a realização de uma avaliação em grupo ao final de um conjunto de atividades, na qual os alunos devem produzir um material de divulgação a partir dos artigos apresentados a eles. A escolha desse material ficaria a cargo do grupo, mediante a disponibilização de TDC por parte do professor. Já a idealização da modalidade do trabalho fica a cargo dos alunos e poderia ser composto de diferentes mídias, como por exemplo: uma videoaula, documentário, folhetim, um artigo, etc.

2. Usos de TDC para abordar física de partículas baseados em roteiros educacionais

A partir disso, esse roteiro tem o objetivo de trabalhar quatro textos de DC para ensinar conteúdos de Física de partículas. Os textos selecionados foram:

Texto 1: Ponto de encontro – publicado pela revista "Pesquisa Fapesp", em maio de 2008, e de autoria do jornalista especializado em divulgação científica Ricardo Zorzetto. O texto em questão foi escolhido como introdução ao tema Física de Partículas, fazendo um ótimo relato sobre início das operações do Large Hadron Collider (LHC), dá a devida dimensão desse empreendimento e, da mesma maneira, consegue apresentar os princípios de funcionamento de um acelerador de partículas.

Texto 2: Sobre o Discreto Charme das Partículas Elementares – publicado no volume 6, de 2005, da revista Física na Escola e de autoria da professora e divulgadora Maria Cristina Batoni Abdalla Ribeiro, autora de um livro homônimo, com um texto harmonioso, denso e de fácil leitura a autora, utilizando figuras divertidas, apresenta os conceitos relacionados às partículas elementares que compõem a matéria ajudando a desvendar o Modelo Padrão de partículas e quais são as perspectivas de avanço e elucidação de mistérios dessa teoria. Com esse texto, temos o objetivo de discutir os critérios de classificação das partículas e principalmente abordar o modelo padrão.

Texto 3: "Sopa" primordial – publicado pela revista Pesquisa Fapesp e produzido pelo jornalista e divulgador Igor Zolnerkevic que trata, com um texto de linguagem acessível e com boas ilustrações, o Plasma de Quarks e Glúons e a participação brasileira em pesquisas desenvolvidas no acelerador de partículas LHC no CERN. O presente texto tem um perfil de apresentar o conteúdo com maior profundidade, o que veio ao encontro da intenção em abordar os conceitos relacionados à cromodinâmica quântica e ao plasma de quarks e glúons.

Então foram propostos nesse contexto os roteiros de atividades de leitura e foram organizados como apresentaremos a seguir.

2.1 Roteiro 1: Ponto de encontro

Para esta atividade de ensino aprendizagem o texto escolhido foi "Ponto de encontro". A partir da nossa escolha construímos a seguinte abordagem em sala e seguimos as seguintes estruturas de organização da escolha e utilização do texto selecionado.

Antes da leitura

- Introdução: A atividade proposta tem o objetivo de apresentar a necessidade da construção de um acelerador de partículas, os tipos de aceleradores e, por fim, apresentar de forma geral e abrangente o LHC e seus experimentos, ALICE, ATLAS, CMS E LHCb. A atividade terá uma duração de quatro aulas, nas quais faremos uma dinâmica com perguntas e respostas elaboradas pelos alunos, elaboração de um resumo do artigo em grupo. A avaliação será contínua e será composta pelas atividades desenvolvidas em sala e em casa.
- Conceitos de Física: Evolução dos modelos atômicos, tipos de aceleradores, o LHC e os princípios de funcionamento dos seus experimentos (ALICE, ATLAS, CMS E LHCb).
- Antecipação de conteúdo: os alunos devem ler o texto "Ponto de encontro", fora do horário de aula, tendo como tarefa a formulação de perguntas curtas a respeito do texto.

Tempo de duração: A atividade deve ocupar uma aula (45 minutos).

Durante a leitura

- Atividade 1: Dividir os estudantes em grupos de até quatro alunos ("organização social da sala de aula" (SOLÉ, 2007, p. 81)). Os grupos devem organizar as questões formuladas em casa para que sejam feitas, primeiramente aos seus pares e na ausência de resposta o professor intervir.

Tempo de duração: A atividade deve ocupar uma aula (45 minutos).

- Atividade 2: O professor deve, ao fim das discussões, ministrar uma aula expositiva utilizando uma apresentação de *slides*, retomando os conceitos presentes no texto e que já foram discutidos, sempre estimulando a discussão entre os educandos. Ainda em grupo, os estudantes devem elaborar um resumo (síntese, ou fichamento) a respeitos dos conceitos centrais do texto.

Tempo de duração: A atividade deve ocupar duas aulas (90 minutos).

Depois da leitura

- Avaliação: Dar-se-á de maneira contínua, a partir do desenvolvimento das atividades de ensino aprendizagem com os TDC (elaboração de perguntas, debate das possíveis repostas para as perguntas a partir do TDC distribuído em sala e o resumo/síntese). Ao final da primeira atividade será proposto como atividade avaliativa somativa um questionário em formato de quiz utilizando a plataforma kahoot (https://kahoot.it/) para deixar a atividade mais dinâmica e interativa.

2.2 Roteiro 2: Sobre o Discreto Charme das Partículas Elementares

Para essa atividade de ensino aprendizagem o texto escolhido foi "Sobre o Discreto Charme das Partículas Elementares", publicado no volume 6, número de 2005, da revista Física na Escola. Esse é um TDC produzido pela professora e divulgadora Maria Cristina Batoni Abdalla Ribeiro que, com um texto elegante e de fácil leitura, ela aborda os conceitos relacionados às partículas elementares que compõem a matéria ajudando a desvendar o Modelo Padrão de partículas e quais são as perspectivas de avanço e elucidação de mistérios dessa teoria.

Antes da leitura

- Introdução: A atividade proposta tem o objetivo de apresentar o Modelo Padrão aos estudantes, bem como discutir a sua construção e o arcabouço teórico que o envolve. A atividade terá uma duração de quatro aulas, nas quais faremos, individualmente, a elaboração de uma síntese do artigo, um debate guiado por perguntas elaboradas pelo professor e faremos, em dupla, um mapa conceitual sobre o tema abordado. A avaliação será contínua e será composta pelas atividades desenvolvidas em sala e em casa.
- Conceitos de Física: Partículas elementares, interações fundamentais e o Modelo Padrão das Partículas elementares.
- Antecipação de conteúdo: os alunos devem ler o texto "Além do Modelo Padrão", fora do horário de aula, tendo como tarefa a elaboração de uma síntese, a respeito dos conceitos centrais presentes no texto.

Tempo de duração: A atividade deve ocupar uma aula (45 minutos).

Durante a leitura

- Atividade 1: Esta etapa deve ser iniciada com uma discussão aberta, mediada pelo professor, a respeito do conteúdo abordado no texto, a fim de estimular a curiosidade e ouvir a opinião do grupo sobre o assunto. Sem uma resposta definitiva, podemos fazer as seguintes questões:

i. Do que são feitas as coisas? O que as mantém unidas?

ii. Quais os constituintes da matéria ordinária?

iii. Qual a constituição básica de um núcleo?

iv. Descreva como o núcleo atômico foi descoberto por Rutherford.

v. O que é a energia de ligação dos núcleos e como ela varia para os vários núcleos existentes na natureza?

Essas questões devem ser respondidas e entregues ao final da aula.

Tempo de duração: A atividade deve ocupar uma aula (45 minutos).

- Atividade 2: O professor deve, ao final das discussões, ministrar uma aula expositiva utilizando uma apresentação de *slides*, retomando os conceitos presentes no texto e que já foram discutidos, sempre estimulando a discussão entre os educandos.

Tempo de duração: A atividade deve ocupar duas aulas (90 minutos).

Depois da leitura

- Avaliação: Dar-se-á de maneira contínua, a partir do desenvolvimento das atividades de ensino aprendizagem com os TDC (elaboração de perguntas, debate das possíveis repostas para as perguntas a partir do TDC distribuído em sala e o resumo/síntese). Será realizada uma avaliação final em dupla, na qual os alunos devem produzir uma releitura do mapa conceitual apresentado na aula expositiva (página 19 da apresentação de *slides*).

2.3 Roteiro 3: "Sopa" primordial

Antes da leitura

- Seleção do texto: Para esta atividade de ensino aprendizagem o texto escolhido foi "Sopa' primordial". Esse é um TDC produzido pelo divulgador Igor Zolnerkevic que trata, com um texto de fácil leitura e com ilustrações, do Plasma de Quarks e Glúons e a participação brasileira em pesquisas desenvolvidas no acelerador de partículas LHC no CERN.
- Introdução: A atividade proposta tem o objetivo de apresentar os conceitos relacionados ao Plasma de Quarks e Glúons, bem como analisar os avanços na sua pesquisa.
- Conceitos de Física: o Plasma de Quarks e Glúons, Física de altas energias e o experimento ALICE no LHC,
- Antecipação de conteúdo: os alunos devem ler o texto "Sopa' primordial", fora do horário de aula, tendo como tarefa a formulação de perguntas curtas a respeito do texto.

Tempo de duração: A atividade deve ocupar uma aula (45 minutos).

Durante a leitura

- Atividade 1: Dividir os estudantes em grupos de até quatro alunos ("organização social da sala de aula") (SOLÉ, 2007, p. 81)). Os grupos devem organizar as questões formuladas em casa para que sejam feitas, primeiramente aos seus pares e na ausência de resposta o professor deve intervir.

Tempo de duração: A atividade deve ocupar uma aula (45 minutos).

- Atividade 2: O professor deve, ao fim das discussões, ministrar uma aula expositiva utilizando uma apresentação de *slides*, retomando os conceitos presentes no texto e que já foram discutidos, sempre estimulando a discussão entre os educandos. Ainda em grupo, os estudantes devem elaborar um resumo (síntese, ou fichamento) a respeito dos conceitos centrais do texto.

Tempo de duração: A atividade deve ocupar duas aulas (90 minutos).

Depois da leitura

- Avaliação: Dar-se-á de maneira contínua, a partir do desenvolvimento das atividades de ensino aprendizagem com os TDC (elaboração de perguntas, debate das possíveis repostas para as perguntas a partir do TDC distribuído em sala e o resumo/síntese). Ao final da atividade quatro, será proposta como atividade avaliativa somativa, uma avaliação individual por meio de questões abertas envolvendo o tema exposto no texto.

2.4 Roteiro 4: Chip das colisões de partículas

Para esta atividade de ensino aprendizagem o texto escolhido foi "Chip das colisões de partículas". Esse é um TDC produzido pelo jornalista e colaborador da Revista Pesquisa Fapesp Evanildo da Silveira, que com um texto curto e de leitura corrida, discorre a respeito da participação brasileira no upgrade na tomada de dados do experimento ALICE no LHC.

Antes da leitura

- Introdução: A atividade proposta tem o objetivo de apresentar, a partir do TDC e de uma aula expositiva, os princípios de funcionamento do experimento ALICE.
- Conceitos de Física: Mostrar o princípio de funcionamento dos detectores que compõem o experimento ALICE.
- Antecipação de conteúdo: os alunos devem ler o texto "Chip das colisões de partículas", fora do horário de aula, tendo como tarefa fazer uma busca na

internet a respeito dos métodos de detecção de partículas nos aceleradores de partículas.

Tempo de duração: A atividade deve ocupar uma aula (45 minutos).

Durante a leitura

- Atividade 1: Apresentar o simulador de Despina Hatzifotiadou (fonte: http://cds.cern.ch/record/2234596?ln=pt) para iniciar a discussão a respeito do que os educandos pesquisaram sobre os métodos de detecção em aceleradores.

Tempo de duração: A atividade deve ocupar uma aula.

- Atividade 2: O professor deve, ao fim das discussões, ministrar uma aula expositiva utilizando uma apresentação de *slides* (PowerPoint), retomando os conceitos presentes nas pesquisas e que já foram discutidos, sempre estimulando a discussão entre os educandos. Em grupo, os estudantes devem elaborar um resumo (síntese, ou fichamento) a respeito dos conceitos centrais apresentados durante as discussões.

Tempo de duração: A atividade deve ocupar duas aulas (90 minutos).

Depois da leitura

Avaliação: Dar-se-á de maneira contínua, a partir do desenvolvimento das atividades de ensino aprendizagem com os TDC (elaboração de perguntas, debate das possíveis repostas para as perguntas a partir do TDC distribuído em sala e o resumo/síntese). Para fechar a atividade quatro, será proposto um debate dentro do grande grupo sobre a necessidade da participação brasileira em uma pesquisa de tamanha envergadura internacional.

Será realizada uma avaliação final com os alunos em grupo, após as quatro atividades de ensino aprendizagem, na qual os alunos devem produzir um material de divulgação a partir dos textos indicados. Já a idealização da modalidade do trabalho fica a cargo dos alunos e poderia ser composto de diferentes mídias, como por exemplo: uma videoaula, documentário, folhetim, um artigo etc.

Ao fim dos processos de ensino aprendizagem, o professor deverá ter elementos que indiquem se os educandos tiveram uma compreensão significativa dos conteúdos trabalhados em sala respondendo às seguintes questões:

- **O aluno entendeu as ideias gerais do texto?**
- **O aluno conseguiu associar os conhecimentos científicos com a abordagem textual?**
- **O aluno conseguiu trabalhar com os textos autonomamente?**

Em resumo, essas propostas de atividades de leitura buscaram implementar os textos de divulgação científica de forma não aleatória, baseadas em objetivos pedagógicos idealizados por nós a partir da ideia da divulgação científica como fronteira e a teoria de ensino aprendizagem por descoberta baseado nas ideias de Bruner.

Referências Bibliografias

ABDALLA, M. C. B. Sobre o Discreto Charme das Partículas Elementares. **Física na Escola**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 38-44, Maio 2005. Disponivel em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/charme.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2018.

AFONSO, A. J. Políticas avaliativas e accountability em educação - subsídios para um debate iberoamericano. **Sísifo: Revista de Ciências da Educação**, n. 9, p. 57-70, MAI/AGO 2009. Disponivel em: <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/228946>. Acesso em: 27 out. 20018.

AGUILAR, A. C. Diagramas de Feynman: O poder de uma imagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 40, n. 4, 02 jul. 2018. ISSN 1806-9126. Disponivel em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v40n4/1806-9126-RBEF-40-4-e4205.pdf>. Acesso em: 17 out. 2019.

ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B. **Algumas reflexões sobre a utilização de textos alternativos em aulas de física**. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru: [s.n.]. 2003.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2002. 226 p.

BOURDIEU, P. O campo científico. In: ORTIZ, R. **A sociologia de Pierre Bourdieu**. 1ª. ed. São Paulo: Olho d'Água, 1983. p. 112-143.

BOURDIEU, P. As categorias do juízo professoral. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, **Escritos de Educação**. 16. ed. Petrópolis: Vozes, 2015. p. 205- 242.

BOURDIEU, P. **Homo academicus**. Tradução de Ione Ribeiro VALLE e Nilton VALLE. 2ª. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2017. 310 p.

BUENO, W. C. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação & Informação**, Londrina, v. 15, n. 1 especial, p. 1-12, 2010. Disponivel em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/6585/6761>. Acesso em: 26 out. 2018.

BUENO, W. D. C. B. Jornalismo científico: revisitando o conceito. In: VICTOR, C.; CALDAS, C.; BORTOLEIRO, S. **Jornalismo científico e desenvolvimento sustentável.** São Paulo: All Print, 2009. p. 157-178.

CAHN, R.; GOLDHABER, G. **The experimental foundations of particle physics**. 2ª. ed. New York: Cambridge University Press, 2009. 554 p.

CASASSUS, J. Uma nota crítica sobre a avaliação estandardizada: a perda de qualidade e a segmentação social. **Sísifo: Revista de Ciências da Educação**, n. 9, p. 71-78, MAI/AGO 2009. Disponivel em: <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/228946>. Acesso em: 26 out. 2018.

CASTRO, S. R. F. **A abordagem do plágio nos livros didáticos do ensino fundamental e na visão de autores**. Universidade de Brasília. Brasília, p. 122. 2017.

CATANI, D. B. HISTÓRIA DAS PRÁTICAS DE AVALIAÇÃO NO BRASIL: Provas, exames e testes ou a longa provação dos alunos rumo à distinção ou ao "triunfo escolar" (1890-1960). **Currículo sem Fronteiras**, v. 17, p. 8-14, jan./abr 2017. Disponivel em: <http://www.curriculosemfronteiras.org/vol17iss1articles/catani.pdf>. Acesso em: 25 out. 2018.

CATANI, D. B.; GALLEGO, R. D. C. **Avaliação**. São Paulo: ed. Unesp, 2009.

CERN. **ALICE**, 2018. Disponivel em: <https://home.cern/science/experiments/alice>. Acesso em: 17 dez. 2018.

CERN. **Íons pesados e plasma de quarks e glúons**, 2018. Disponivel em: <https://home.cern/science/physics/heavy-ions-and-quark-gluon-plasma>. Acesso em: 16 dez. 2018.

CHARLOT, B. **Da relação com o Saber:** elementos para uma teoria. Porto Alegre: Artmed, 2000. 93 p.

CHUNG, K. C. **Introdução à Física Nuclear**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2001. 286 p.

DENEGRI, D. et al. **L'aventure du Grand Collisionneur LHC:** Du big bang au boson de higgs. Les Ulis: EDP Sciences, 2014. 315 p.

DOREMALEN, L. V. **Beauty of the Quark Gluon Plasma: Prospect for B^0 measurement in ALICE**. Utrecht University. Utrecht, p. 53. 2017.

GIUDICE, G. F. **L'odyssée du Zeptoespace:** Un voyage au coeur de la physique du LHC. 1ª. ed. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 2013. 348 p.

GRIFFITHS, D. **Introduction to Elementary Particles**. 2ª. ed. Weinheim: Berlin, 2008. 470 p.

JAHNKE, C. **Espectro de elétrons provenientes de hádrons que contêm quarks pesados em colisões de próton-chumbo a √SNN = 5,02 TeV usando os detectores TPC e EMCAL do ALICE no LHC**. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 244. 2016.

LIMA, C. E. F. **Estudo da Energia transversal eletromagnética em colisões Pb-Pb SNN=2,76 TeV com o experimento ALICE.** Universidade de São Paulo. [S.l.]. 2017.

LORDÊLO, F. S.; PORTO, C. D. M. DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E CULTURA CIENTÍFICA: CONCEITO E APLICABILIDADE. **Revista Ciência em Extensão**, São Paulo, v. 8, p. 18-34, Janeiro 2012. ISSN 1679-4605. Disponivel em: <https://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/issue/view/20>. Acesso em: 11 ago. 2018.

LUCKESI. **Avaliação da aprendizagem escolar**. 17. ed. São Paulo: Cortez, 2005. 180 p.

LUCKESI, C. **Avaliação da aprendizagem escolar**. São Paulo: Cortez, 1995. 180 p.

MARTINS, J. B. **A história do átomo de Demócrito aos quarks**. Rio de Janeiro: Ed. Ciência Moderna, 2001. 334 p.

MENEGAT, T. M. C.; WEBER, S. S. F. **O uso de textos de divulgação científica em aulas de física e a avaliação de sua aprendizagem:** abordagens inovadoras. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Curitiba: [s.n.]. 2008. p. 13.

MOREIRA, M. A. Partículas e Interações. **Física na Escola**, São Paulo, p. 10-14, Outubro 2004. ISSN 1983-6430. Disponivel em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/v5n1a03.pdf>. Acesso em: 14 out. 2019.

MOREIRA, M. A. O Modelo Padrão da Física de Partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 31, n. 1, 30 Abril 2009.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª. ed. São Paulo: EPU, 2011. 196 p.

NUNES, E. D. R. **Ensino de Conceitos físicos no ensino médio e as contribuições dos objetos de aprendizagem**. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 300. 2011.

OSTERMANN, F. Um Texto para Professores do Ensino Médio sobre Partículas Elementares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 4, n. 3, p. 415 - 436, 1998.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. D. H. Física moderna e contemporânea no ensino Médio: elaboração de material didático, Em forma de pôster, sobre partículas Elementares e interações fundamentais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 16, n. 3, p. 267-286, dez. 1999.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. D. H. Um pôster para ensinar Física de Partículas na escola. **Física na Escola**, v. 2, n. 1, p. 13-18, 2001.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. D. H. **Teorias de Aprendizagem**. 1ª. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2011. 58 p.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Atualização do currículo de física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. **Caderno Catarinense de Física**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 135-151, 2001.

PATY, M. **A física do século XX**. Tradução de Pablo MARICONDA. São Paulo: Ideias & Letras, 2009. 494 p.

RIBEIRO, R. A.; KAWAMURA, M. R. D. **Divulgaçao Científica e Ensino de Física:** Intenções, Funções e Vertentes. X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Londrina: [s.n.]. 2006.

ROCHA, M. B. O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 47-68, mai-ago 2012.

SALEM, S. **Estruturas conceituais no ensino de física**. Instituto de Física – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1986.

SALÉM, S.; KAWAMURA, M. R. D. **O texto de divulgação e o texto didático:** Conhecimentos diferentes? V Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física. Águas de Lindoia: [s.n.]. Setembro 1996. p. 588-598.

SERWAY, R. A. **Física 4:** para cientistas e engenheiros com Física Moderna. 3ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. 287 p.

SHAW, G.; MARTIN, B. R. **particle physics**. 3ª. ed. Manchester: Wiley, 2013. 464 p.

SILVA, H. C. D.; ALMEIDA, M. J. P. M. **Uma revisão de trabalhos sobre o funcionamento de textos alternativos ao livro didático no ensino da Física**. II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Valinhos: [s.n.]. SET 1999.

SILVEIRA, E. D. Chip das colisões de partículas. **Revista FAPESP**, São Paulo, n. 253, p. 74-75, Março 2017. Disponivel em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2017/03/17/chip-das-colisoes-de-particulas/>. Acesso em: 23 dez. 2018.

SOLÉ, I. **Estratégias de leitura**. 6ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 194 p.

TERRAZZAN, E. A.; GABANA, M. Um estudo sobre o uso de atividade didática com texto de divulgação científica em aulas de física. **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru, n. 4, 2003.

TERRAZZAN, E. A.; MENEZES, L. C. D. **Perspectivas para a inserção da física moderna na escola media**. Universidade de São Paulo. São Paulo. 1994.

THOMSON, M. **Modern Particle Physics**. [S.l.]: Cambridge University Press, 2013. 554 p.

TIPLER, P. A.; LLEWELLYN, R. A. **Física Moderna**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. 518 p.

VOGT, C. A espiral da cultura científica. ComCiência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. **Resista Eletrônica de Jornalismo Científico**, n. 45, Julho 2003. Disponivel em: <http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/cultura/cultura01.shtml>. Acesso em: 28 ago. 2018.

VOGT, C. De Ciências, divulgação, futebol e bem-estar cultural. In: PORTO, C.; BROTAS, A. M. P.; BORTOLEIRO, S. T. **Diálogos entre ciência e divulgação científica**. Salvador: Edufba, 2011.

WATANABE, G. **Construindo subsídios para a promoção da educação científica em visitas a laboratórios de pesquisa.** Universidade de São Paulo. Instituto de Física – Faculdade de Educação. São Paulo. 2012.

WATANABE, G. **A divulgação científica produzida por cientistas: contribuições para o capital cultural**. Instituto de Física – Instituto de Química – Instituto de Biociências – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2015.

WATANABE, G.; KAWAMURA, M. R. D. A divulgação científica e os físicos de partículas: a construção social de sentidos e objetivos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 303-320, abr/jun 2017. Disponivel em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320170020002>. Acesso em: 18 jul. 2018.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. F. **Física IV:** ótica e física moderna. 12ª. ed. São Paulo: Pearson, 2009. 420 p.

ZIMMERMANN, A. **Production of strange hádrons in charged jets in Pb–Pb collisions measured with ALICE at the LHC**. Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. Bad Kreuznach. 2016.

ZOLNERKEVIC, I. Sopa primordial. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, n. 213, p. 54-57, Novembro 2013. Disponivel em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2013/11/054_057_Book_214.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2018.

ZORZETTO, R. Ponto de encontro. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, n. 147, p. 18-27, Maio 2008. Disponivel em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2008/05/01/ponto-de-encontro/>. Acesso em: 21 dez. 2018.