O Boletim de Conjuntura (BOCA) publica ensaios, artigos de revisão, artigos teóricos e empíricos, resenhas e vídeos relacionados às temáticas de políticas públicas.

O periódico tem como escopo a publicação de trabalhos inéditos e originais, nacionais ou internacionais que versem sobre Políticas Públicas, resultantes de pesquisas científicas e reflexões teóricas e empíricas.

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratizacão mundial do conhecimento.



BOLETIM DE CONJUNTURA

BOCA

Ano II | Volume 2 | Nº 5 | Boa Vista | 2020

http://www.ioles.com.br/boca

ISSN: 2675-1488

http://doi.org/10.5281/zenodo.3757129

BOLETIM DE CONJUNTURA

www.revista.ufrr.br/boca

COMPONENTES CURRICULARES E A FÍSICA NO ENSINO MÉDIO DAS ESCOLAS PÚBLICAS

Vastí Pascoal dos Santos[1]

Resumo

O presente estudo teve por objetivo analisar os componentes curriculares que dificultam ou facilitam os processos de inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio das escolas públicas, pautando-se no aprofundamento teórico a partir da análise de livros didáticos utilizados pelos docentes do Ensino Médio, com o intuito de averiguar como a Física Moderna e Contemporânea é abordada nesses livros. As informações aqui contidas buscam expressar uma realidade focada na análise e comprovação de dados coletados, capaz de contribuir para efetiva mudança do ensino voltado para realidade dessa inserção, onde os resultados mediarão novas práticas capazes de proporcionar às discentes aulas significativas e favoráveis ao seu desenvolvimento intelectual.

Palavras-chave: currículo; Ensino Médio; Física.

Abstract

The present study aimed to analyze the curricular components that hinder or facilitate the insertion processes of Modern and Contemporary Physics in public's high school, based on the theoretical deepening based on the analysis of didactic books used by high school teachers, in order to ascertain how Modern and Contemporary Physics is approached in these books. The information contained here seeks to express a reality focused on the analysis and verification of collected data, able to contribute to an effective change in teaching geared toward the reality of this insertion, where the results will mediate new practices that is able to provide students with meaningful and favorable classes for their intellectual development.

Keywords: curriculum; high school; Physics.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho analisa os componentes curriculares que dificultam ou facilitam os processos de inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio das escolas públicas. A Física é uma ciência que investiga minunciosamente os fenômenos da natureza e, além do seu próprio campo de pesquisa, interage com as demais ciências, cuja compreensão é imprescindível para o entendimento do mundo moderno.

Nas escolas de Ensino Médio são trabalhados tópicos relativos à Física Clássica (Mecânica, Física Térmica, Ondas, Óptica e Eletromagnetismo), mas faz-se necessária a inserção de tópicos que já fazem parte do cotidiano do discente, no que diz respeito a diversos mecanismos tecnológicos existentes. Para tanto o conjunto de ideias reunidas na Física Moderna e Contemporânea *(FMC)* que vai desde a Teoria da relatividade, a Mecânica Quântica, a Física Nuclear, a Física das Partículas, tópicos

[1] Doutora em Ciências da Educação. Email para contato: pascoalvasti@bol.com.br

como efeito fotoelétrico, radioatividade, dualidade onda-partícula entre outros infelizmente não são ministrados nas escolas do Ensino Médio, ou por que os professores não se encontram preparados ou porque o tempo é curto no que tange à distribuição das horas semanais.

A presente pesquisa buscou responder à seguinte problemática: quais são os componentes curriculares que dificultam o processo de inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio das escolas públicas que centram o maior número de alunos no Ensino Médio? Tendo como objetivo geral analisar os componentes curriculares que dificultam ou facilitam os processos de inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio das escolas públicas.

A pesquisa fundamentou-se, quanto à sua justificativa, na necessidade da pesquisadora em ampliar seus conhecimentos sobre a temática da aplicabilidade dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea em sala de aula, contribuindo quanto à busca da minimização de entraves no intuito de contemplar a FMC no Ensino Médio.

O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA E A NECESSIDADE DE ATUALIZAÇÃO CURRICULAR

O currículo do Ensino Médio no que tange aos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea ainda é uma realidade distante das salas de aula. Importa sistematizar o conhecimento que surge frequentemente na sociedade altamente tecnológica e competitiva, munida de aparelhos modernos e sofisticados, onde o mercado de trabalho exige, cada vez mais, profissionais bem qualificados e preparados para uma formação científica melhor do que a que se tem atualmente.

Contudo, o currículo de Física do Ensino Médio não abrange discussões da Ciência Contemporânea, como afirmam Carvalho & Vannuchi (1996, p. 7):

Vivemos hoje um mundo altamente tecnológico – fibra ótica, código de barras, microcomputadores etc... – e o nosso ensino ainda está em Galileu, Newton, Ohm – ainda não chegou ao século XX. Estamos no último quinquênio do século XX, mas em termos de ensino estamos muito longe de seu início.

Deve-se repensar o currículo de Física, que está sendo ministrado nas escolas de Ensino Médio e inserir conteúdos de Física Moderna, já que a tecnologia é algo muito presente no cotidiano da sociedade em linha gerais. Observa-se que existe uma constante preocupação, tanto em âmbito nacional como internacional, em renovar os currículos de Física da escola de Ensino Médio. Segundo Terrazan:

A Física desenvolvida na escola média deve permitir aos estudantes pensar e interpretar o mundo que os cerca (...). Nesse nível de escolaridade devemos estar formando um jovem, cidadão pleno, consciente e

sobretudo capaz de participação na sociedade. Sua formação deve ser o mais global possível, pois sua capacidade de intervenção na realidade em que está imerso tem relação direta com sua capacidade de leitura, de compreensão, de construção dessa mesma realidade (1994, p. 39).

Não basta desejar um ensino de qualidade que permita ao discente incluir em seu conhecimento tópicos envolvendo a FMC, já que a sociedade exige que o cidadão de hoje se mostre capaz de manusear artifícios tecnológicos cada vez mais modernos.

Torna-se importante, necessário e urgente analisar e refletir sobre as perspectivas reais de inserir a FMC no Ensino Médio e na realidade educacional da sociedade moderna, já que apesar dos investimentos em pesquisas e recursos, a carência neste contexto ainda é muito ampla. A Constituição Federal garante a educação para todos, em um mesmo ambiente, e este pode e deve ser o mais diversificado possível, como forma de atingir o pleno desenvolvimento humano e a cidadania (art. 205, CF).

A INSERÇÃO DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO – LEIS, DIRETRIZES E PARÂMETROS CURRICULARES

O ensino de Ciências na educação básica mostra-se ultrapassado, seja pela metodologia bastante tradicional ou simplesmente por um conteúdo que não está em harmonia com uma sociedade moderna, competitiva e exigente. Espera-se que o ensino de Física se paute qualidade, que, de fato, contribua para formação de cidadãos bem qualificados, informados e preparados.

Existe urgência na elaboração de propostas para a reformulação dos currículos de Física no Ensino Médio, buscando uma inovação e atualização eficaz no âmbito escolar. Para tanto os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), afirmam que:

> uma proposta para o Ensino Médio que, sem ser profissionalizante, efetivamente propicie um aprendizado útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente, evitando tópicos cujos sentidos só possam ser compreendidos em outra etapa de escolaridade (BRASIL, 1999, p. 203).

A LDB, de 1996 define que "a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina" (LDB, artigo 35, inciso IV), deveria ser uma das finalidades do Ensino Médio, no país, devendo ser organizados de forma que, em sua conclusão, o educando demonstre, entre outros aspectos, o "domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna" (LDB, artigo 36, §1º, inciso I).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), a união do conhecimento da Física com a cultura e a utilização de instrumentos tecnológicos é parte indispensável à formação de qualquer cidadão em um mundo contemporâneo, assim o ensino de Física "deve contribuir para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos" (BRASIL, 1999, p. 229):

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo (BRASIL, 1999, p. 207).

Conforme os PCNs é indispensável que ocorra uma renovação dos currículos escolares, visto que, "para o Ensino Médio meramente propedêutico atual, disciplinas científicas, como a Física, têm omitido os desenvolvimentos realizados durante o século XX" (BRASIL, 1999, p. 209). Conjuntamente afirmam ainda que "não se trata de se incorporar elementos da ciência contemporânea simplesmente por conta de sua importância instrumental utilitária [...] e sim, de se prover os alunos de condições para desenvolver uma visão de mundo atualizada" (BRASIL, 1999, p. 209).

Os PCNs manifestam ainda a forma como os conteúdos são abordados nas escolas, enfatizando a utilização de fórmulas e insistindo em resolução de exercícios repetitivos, pois "é preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada" (BRASIL, 1999, p. 230). Contudo, é preciso propiciar mecanismos que favoreçam aos discentes habilidades e competências para que sejam capazes de avaliar e emitir juízo de valor sobre as mais diversas formas de conhecimentos.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) foram elucidados os elementos e componentes essenciais de cada área do conhecimento, e podem ser tomados como base para o que foi relatado:

> As novas tecnologias da comunicação e da informação permeiam o cotidiano, independente do espaço físico, e criam necessidades de vida e convivência que precisam ser analisadas no espaço escolar. A televisão, o rádio, a informática, entre outras, fizeram com que os homens se aproximassem por imagens e sons de mundos antes inimagináveis (BRASIL, 1999, p.132).

As Orientações Curriculares Nacionais (OCNs) afirmam que "uma formação crítica exige por parte dos sujeitos a capacidade de discutir abertamente questões resolvidas em instâncias tecnocráticas, que devem ser amparadas em sólida formação científica e tecnológica" (BRASIL, 1999, p. 47). Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNs), em sua versão PCN+ explicita sua preocupação com as relações da Ciência e Tecnologia por meio do ensino da FMC, afirmando que:

> Alguns aspectos da chamada física moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas. Mas será também indispensável ir mais além, aprendendo a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos. Ou seja, o estudo de matéria e radiação indica um tema capaz de organizar as competências relacionadas à compreensão do mundo material microscópico (BRASIL, 2002, p. 70).

O ser humano é um agente provido de ideias, desejos e fantasias que encantam o espaço físico ambiental, personificando as diferentes qualidades de cada indivíduo que é capaz de construir sua identidade pessoal e social a partir de uma orientação democrática e flexível, proporcionada a partir da escola integrada à família e à sociedade.

MARCO METODOLÓGICO

Quanto à finalidade a presente pesquisa classifica-se como aplicada, pois configura-se como um estudo científico voltado a solucionar algum problema específico, contribuindo para ampliação de um conhecimento já disponível e aplicá-lo na prática, intervindo nas causas reais (SEVERINO, 2002). Quanto ao método a pesquisa se classifica como Hipotético-Dedutivo, pois se baseia na elaboração de um problema, observação do objeto de estudo para identificação de pelo menos uma hipótese e seu consequente processo de teste para obtenção de conclusões.

Quanto à abordagem, a pesquisa se classifica como uma abordagem qualitativa pois, por possuir caráter subjetivo, tem em vista o critério valorativo de identificação dos resultados. Considerando o enfoque, a pesquisa se classifica como qualitativa (SEVERINO, 2002), pois explora informações mais subjetivas, levando em consideração as particularidades do currículo em uma análise ampla e não-mensurável ou quantificável.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa ora proposta qualifica-se como bibliográfica, pois valeu-se do uso de textos de caráter científico já publicados para obtenção de um panorama teórico sobre a temática. A pesquisa bibliográfica tem caráter predominantemente teórico, que busca desvendar os relacionamentos entre conceitos, ideias e características do objeto evidenciado.

Assim identificou-se que enquanto dados secundários utilizou-se, por meio de pesquisa *bibliográfica*, fontes como dissertações, teses, monografias, artigos científicos e livros didáticos que tratam da temática da Física Moderna e Contemporânea e sua inserção do currículo da Física do Ensino Médio das escolas públicas.

A NECESSIDADE DO ENSINO DE FÍSICA MODERNA

Inúmeras são as razões que remetem a reconhecer a necessidade de atualização nos currículos de Física da Educação Básica, não só é necessário como urgente. Torna-se impossível suprir as necessidades atuais do cidadão com um currículo de Física embasado em conhecimentos dos séculos passados. Segundo Ostermann e Moreira:

> [...] pode-se constatar que há muitas justificativas na literatura que nos permite lançar uma hipótese: há uma tendência nacional e internacional de atualização dos currículos de Física e muitas justificativas para tal. No entanto [...] ainda é reduzido o número de trabalhos publicados que encaram a problemática sob a ótica do ensino e, mais ainda, os que buscam colocar, em sala de aula, propostas de atualização (OSTERMANN; MOREIRA, 2000, p. 27).

Com o intuito de orientar essa atualização curricular, foi sancionada, em 20 de dezembro de 1996 a LDB/LDEN que integrou o Ensino Médio à Educação Básica, em consonância com a lei tem-se os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN´s), que demostraram a importância de se ter discentes preparados para enfrentar uma sociedade que requer cidadãos críticos, contemporâneo e atuante.

Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do Ensino Médio o educando demonstrara:

> I – domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;
> II – conhecimento das formas contemporâneas de linguagem;
> III – domínio dos conhecimentos de Filosofia e de Sociologia necessária ao exercício da cidadania (BRASIL, 1999, p. 31).

Muitos são os pesquisadores envolvidos com o ensino de ciências que demostram grande preocupação com a forma com que o ensino atual é trabalhado. Segundo Terrazzan, os currículos de Física nas escolas brasileiras se encontram descontextualizado, desconexo e ultrapassado. Segundo Terrazzan:

> Os currículos das escolas brasileiras têm permanecido tradicionais e inalterados em sua estrutura básica. Na grande maioria das vezes, não passam de meras listas de conteúdos e os planejamentos correspondentes se constituem em uma cópia de índice dos livros didáticos mais adotados (1992, p. 608).

Nota-se, porém, uma carência de estudos sobre metodologias, práticas e estratégias que busquem, de maneira eficiente, colocar tais conteúdos em sala de aula, saindo do âmbito das discussões e questionamentos. Portanto, é preciso priorizar a criação de um currículo condizente com os anseios e

necessidades de uma sociedade moderna cada vez mais exigente. De um trabalho de Ostermann e Moreira é possível constatar algumas sugestões como:

> [...] efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios X, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, Big Bang, estrutura molecular, fibras ópticas (2000, p. 44).

Todos esses tópicos são frequentemente usados no dia-a-dia, uma vez que novas tecnologias são continuamente inseridas em todos os campos da ciência, veja, por exemplo, na medicina já é bastante comum, qualquer neurologista, seguindo um procedimento padrão, pedir uma tomografia computadorizada de um paciente que se queixe de uma dor de cabeça mais persistente, esses sinais digitais são analisados e processados matematicamente pelo computador ligado ao aparelho e convertidos numa imagem tridimensional do local analisado.

A produção de imagens por tomografia de emissão de pósitrons (PET) ou imagens por ressonância magnética (MRI) é usada com uma frequência cada vez maior, demostrando a necessidade de a escola integrar-se ao mundo atual e a de preparar o aluno para conviver em uma sociedade em que os conhecimentos científicos e a capacidade de utilizar diferentes tecnologias são fundamentais.

Na Conferência Interamericana sobre Educação em Física, constituiu-se um grupo de trabalho para debater o Ensino de FMC, onde foram selecionados vários motivos que justifiquem a introdução de tópicos modernos no Ensino Médio, como:

> Despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima a eles. Os estudantes não têm contato com o excitante mundo da pesquisa atual em Física, pois não vêem nenhuma Física além de 1900 [...]. É mais divertido para o professor ensinar tópicos que são novos. O entusiasmo pelo ensino deriva do entusiasmo que se tem em relação ao material didático utilizado e de mudanças estimulantes no conteúdo do curso. [...]. É importante não desprezar os efeitos que o entusiasmo tem sobre o bom ensino; Física Moderna é considerada conceitualmente difícil e abstrata; mas, resultados de pesquisa em ensino de Física têm mostrado que, além da Física Clássica ser também abstrata, os estudantes apresentam sérias dificuldades conceituais para compreendê-la (BAROJAS *apud* OSTERMANN, 1999, p. 9).

Não acreditar na capacidade cognitiva de absorção dos adolescentes, não levar em consideração a curiosidade cada vez mais aflorada pelas tecnologias que os permeiam é mais que negligência. É desconsiderar a capacidade de o aluno atingir limites antes inatingíveis. É possível verificar a intensa preocupação do docente em manter o discente atualizado, no que tange a tecnologia, remetendo o aluno ao contato direto com a FMC. Pietrocola relata no caderno de orientações para o professor que:

> Para muitos professores, ensinar conteúdos da Física do século XX, como dilatação do tempo, quantização da energia, fissão e fusão nuclear e aceleradores de partículas elementares, é uma novidade, pois raramente em situações mais tradicionais, tem-se a oportunidade de ensinar conteúdos como esses (PIETROCOLA, 2010, p. 71).

O autor demonstra uma grande preocupação no processo de inserção da FMC no cotidiano dos alunos do Ensino Médio, procurando realizar um paralelo entre a Física Clássica e as novas tecnologias, porém reconhece que o número de aulas destinadas à disciplina, limita o conteúdo e propõe que o professor selecione seções a serem abordadas. A proposta dos PCNs destaca:

> Apresentar uma física que explique a queda dos corpos, o movimento da lua ou das estrelas do céu, o arco-íris e também o raio laser, as imagens da televisão e as outras formas de comunicação. Uma física que explique os gastos da "conta de luz" ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma física que discuta a origem do universo e sua evolução. Que trate do refrigerador ou motores a combustão, das células fotoelétricas, das radiações presentes no dia-a-dia, mas também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. Uma física cujo significado o aluno possa perceber no momento que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado (PCN Ensino Médio, 1999, p. 23).

Esta inserção é um desafio, que ao ser devidamente enfrentado pelo corpo docente, provoca a melhoria da qualidade da educação básica, pois para que os alunos exerçam o direito a educação em sua plenitude, é indispensável que essa escola aprimore suas práticas, a fim de suprir a carência de conhecimento.

A IMPORTÂNCIA DA FÍSICA DE PARTÍCULA

Alguns trabalhos já foram realizados com a perspectiva de trazer para sala de aula tópicos como *relatividade restrita, partículas elementares, teoria quântica e astrofísica* que estão entre os que mais influenciam os alunos na escolha de carreiras científicas.

Uma pesquisa feita no Brasil com o intuito de inserir tópicos de FMC obteve segundo Ostermann & Moreira (2000) resultados semelhantes com relação ao trabalho realizado por Stannard (1990) no Reino Unido, onde foram feitas entrevistas com 54 físicos, 22 pesquisadores em ensino de Física e 22 professores de Física do Ensino Médio, por meio da técnica Delphi (Ostermann & Moreira, 1998) onde os entrevistados sugeriram os tópicos que deveriam ser ministrados no Ensino Médio. A saber, essa entrevista dividiu-se em três momentos distintos, definindo os tópicos de Física Moderna e Contemporânea a serem inseridos e trabalhados no Ensino Médio tais como:

> Efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do Universo, raios-X, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, Big Bang, estrutura molecular e fibras ópticas (OSTERMANN; MOREIRA, 2000, p. 138).

Percebe-se que muitos são os assuntos a serem trabalhados no Ensino Médio, contudo, é relevante que tais conteúdos sejam administrados, visto que, fazem parte da vida constantemente. No final do século XIX e início do século XX, novas pesquisas demonstraram que o átomo era dividido em pequenas partes. Dando início ao estudo das Partículas Elementares, Física Nuclear e Atômica que buscava responder as inúmeras indagações a respeito da estrutura da matéria.

A Física Quântica tornou-se um desafio e tentar entendê-la leva à noção de que o mundo científico está além da imaginação humana, ou seja, isso remete à criação de novas ideias, novos pensamentos e, principalmente, uma nova percepção das coisas.

A ciência requer do homem uma nova forma de se relacionar com a natureza, no que dizem respeito à Mecânica Quântica, ideias como: indeterminismo, interação observador-observado e saltos quânticos, etc. necessitam de mudanças nas concepções da ciência. Com o surgimento dos conceitos quânticos deu-se início uma série de controvérsias acerca de suas interpretações.

A TEORIA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

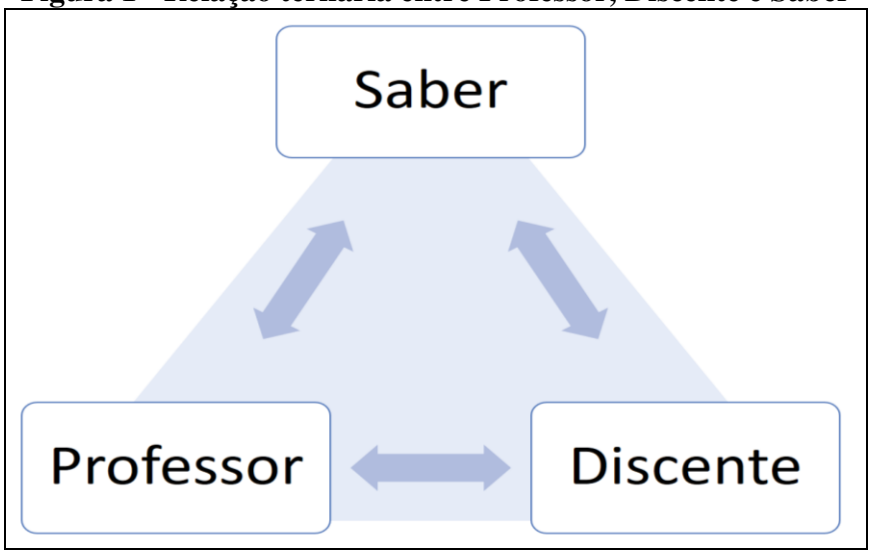
O processo de transmissão do conhecimento é elemento de centralidade no processo de ensino e aprendizagem, o que, por vezes, é uma dinâmica distante das salas de aula, sobretudo quando elencadas as temáticas de FMC no currículo de Física do Ensino Médio. Em tal perspectiva emerge a dinâmica de Transposição Didática enquanto instrumento facilitador da Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA).

A abordagem referente ao tema *Transposição Didática* ganha apreciação pela primeira vez nas obras de Chevallard (1991), o qual se dedicou à compreensão do sistema de ensino enquanto "objeto" de investigação, posteriormente resultando em "objeto do conhecimento" por intermédio das investigações acerca do sistema didático, cuja materialização dá-se nas relações: professor-saber-estudante. Chevallard sugeriu a conceituação de sistema didático como estrutura de relação ternária possuindo como elementos constitutivos: professor, estudante e saber.

> Mas, na verdade, o que é esse objeto? A didática [...] se interessa no jogo que se realiza - tal como pode se observar, e depois reconstruir, em nossas aulas concretas – entre o professor, os estudantes e o saber [...]. Três lugares, então, é o sistema didático. Um relacionamento ternário: é a relação didática. Esta é a base do mecanismo pela qual a didática [...] pode empreender, por tanto, a tarefa de pensar seu objeto (CHEVALLARD, 1991 p. 12).

A materialização sistema didático consubstancia a exposição da realidade do objeto de estudo e evidenciação da relação ternária entre Professor, Discente e Saber. Assim Chevallard define a trajetória que a didática trilha para contemplar tais investigações, conforme ilustrada na Figura 1.

Figura 1 - Relação ternária entre Professor, Discente e Saber



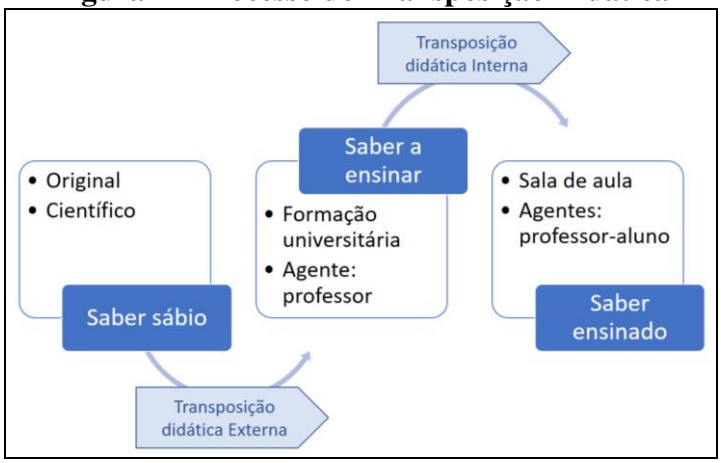
Fonte: Elaboração própria. Baseada em CHEVALLARD (1991, p. 23).

A Transposição Didática é definida por Batista (2015, p. 29) como um "processo em que um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar sofre um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino" ou ainda o "trabalho que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino" (CHEVALLARD, 1991, p. 39). O método propõe o estabelecimento de uma compreensão dos mecanismos de composição dos saberes ensinados, conjugando três patamares de compreensão: o saber sábio, o saber a ensinar e o saber ensinado.

O primeiro nível, ou dimensão, o *saber sábio*, refere-se ao saber original, configurado como referência para a formação. Esse saber origina-se no seio da comunidade científica, onde sofre transformações até que se torne público, possuindo linguagem impessoal e depurada. Tais elementos não sinalizam a caracterização histórica e epistemológica acerca do processo de construção, autor e produção. Em tal perspectiva esse saber passa por um processo de descontextualização (perda do contexto original) e despersonalização (um requisito da publicidade do saber).

A Transposição Didática se dá, portanto, em dois processos: a transposição didática externa e a transposição didática interna, tendo o professor como agente mediador de duas extremidades do processo (saber sábio e saber ensinado), conforme figura 2.

Figura 2 - Processo de Transposição Didática



Fonte: Elaboração própria.

Na *segunda dimensão*, do *saber a ensinar*, ocorre a primeira transformação do saber sábio, denominado de Transposição Didática Externa, cuja significação remete à materialização da temática por intermédio das produções de livros didáticos, manuais de ensino para a formação universitária e de professores do Ensino Médio. Busca-se reestruturar o conhecimento a partir de uma linguagem adequada ao ensino, segundo uma lógica e atemporal. Tem como membros influentes os autores de livros didáticos, especialistas, professores, pesquisadores e a opinião pública em geral.

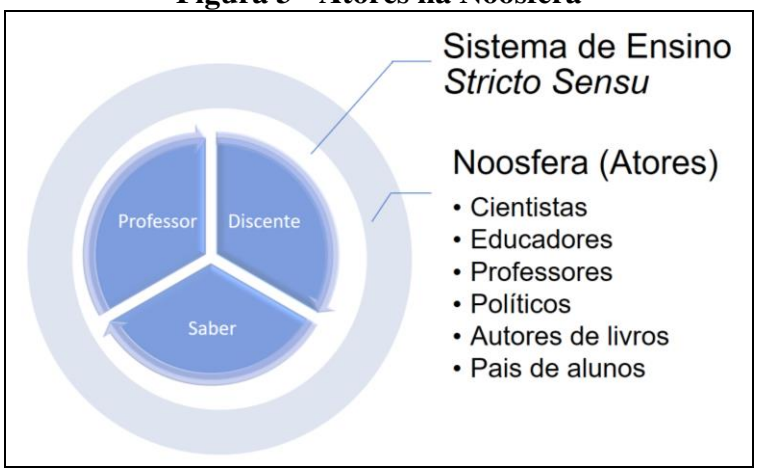
O *saber ensinado*, que é a terceira dimensão, alvitra a segunda transformação sofrida pelo saber, cuja denominação configura o processo de "Transposição Didática Interna", cuja ocorrência se dá no interior do sistema didático, a partir de adaptações ao tempo didático (sequenciamento das aulas). Evidencia-se o papel do professor enquanto responsável pela adequação do saber a ensinar (conhecimento dos livros didáticos) para o saber ensinado (materialização na perspectiva discente).

No processo de Transposição Didática do *saber a ensinar* para o *saber ensinado*, a atuação do professor sofre influências e interferências internas e externas do ambiente escolar, cuja reverberação implica o envolvimento de outros interesses, existindo uma esfera de ação: Noosfera (esfera do pensamento humano).

> A noosfera é o centro operacional do processo de transposição, que traduzirá nos fatos a resposta ao desequilíbrio criado e comprovado [entre os ideais e possibilidades dos saberes científicos] (expresso pelos matemáticos, pelos pais, pelos professores mesmos). Ali [na noosfera] se produz todo conflito entre sistema e entorno e ali encontra seu lugar privilegiado de expressão. Neste sentido [do conflito de interesses], a noosfera desempenha um papel de obstáculo" (CHEVALLARD, 1991, p. 34).

Nesta esfera existem protagonistas, ou seja, pessoas ou instituições sociais, econômicas e políticas cuja atuação reverbera no sistema educacional e transformações sofridas pelo saber, conforme sintetizado pela figura 3.

Figura 3 - Atores na Noosfera



Fonte: Elaboração própria. Baseada em Chevallard (1991, p. 33).

A Noosfera é o centro operacional da Transposição Didática, pois é nela onde "se tenta definir os currículos face às necessidades, aos anseios da sociedade, fazendo o recorte do que se deve manter/levar do saber original e como operar a transformação dele para a sala de aula" (CHEVALLARD, 1991, p.33). Nesta última fase, de contemplação da noosfera, cabe a incorporação dos elementos do *saber ensinado* aos elementos empíricos, ou seja, da aplicabilidade das teorias e conceitos da Física à vivência e prática.

Pode-se evocar tal aplicabilidade a partir de compreensão da prática de social, como é o caso do tópico radioatividade que evidencia suas aplicações na sociedade em diversos setores, como produção de energia elétrica por intermédio das usinas nucleares, enriquecimento do urânio com finalidade farmacêutica, industrial, bélica e agrícola, de modo que o aprendizado se torna significativo no Ensino Médio das escolas brasileiras.

A abordagem desses tópicos para o ensino de Física Moderna e Contemporânea adquire dimensões bem mais abrangentes, ou seja, da contemplação deste tópico enquanto saber de referência.

Tal conjuntura projeta a Noosfera como zona de conflitos inerentes às transformações dos saberes, uma reverberação da observância Teoria da Transposição Didática, um cenário que intercepta as negociações entre os stakeholders de diferentes grupos sociais: autores de livros didáticos, políticos, professores, pais, especialistas, instituições e pesquisadores cujas atuações ressignificam a existência desses conhecimentos (TIBERGHIEN et al., 2009). Existem determinadas características que um saber deve possuir para garantir sua permanência no sistema didático.

> o saber deve se transformar em um saber consensual, ou seja, existe um status de "verdade" no saber que deve ser mantido quando este chega à sala de aula, para que o professor esteja seguro quanto à verdade do saber a ensinar. Para isso, elimina-se aquele saber que para a Ciência não é tido como consensual e para que os educandos não tenham dúvidas sobre os saberes aprendidos (BATISTA, 2015, p. 34).

Sob o prisma epistemológico a aquisição da condição de "verdadeiro" para o saber, relaciona-se à passagem pelos crivos dos paradigmas científicos, como as discussões da comunidade científica. O saber transposto deve estar conforme o crivo da Ciência, de modo que os conceitos que foram superados pelo tempo devem ser ensinados em uma perspectiva histórica.

Um elemento essencial assinalado na abordagem da Transposição Didática é o Operacional. Tal raciocínio estabelece a necessidade de capacidade do saber na geração sequências (atividades, exercícios, tarefas) cuja meta seja a conceituação. Astolfi (1997), ao analisar o processo da Transposição Didática, enumera algumas regras.

Box 1 – Regras do Processo da Transposição Didática

Regra I: *Modernização do saber escolar*. Parte da necessidade de legitimar o programa das disciplinas e garantir um lugar de tais agentes da Noosfera. Assim existe a percepção da necessidade de atualização dos conteúdos no currículo escolar. Tal processo é realizado por especialistas do ensino.
Regra II*: Atualização do saber.* Durante o processo de existe necessidade de renovação. O saber perde sua atualidade, deixando de ser reconhecido pelo saber original (saber sábio), num distanciamento que o torna banalizado.
Regra III*: Articulação do saber novo com o antigo.* O saber novo deve articular-se com o saber antigo sem negação ou refutação. Evita-se a visão de que o novo saber escolar torna-se instável e passível de substituição por um novo.
Regra IV*: Transformação de um saber em exercícios e problemas*. Considera-se o elevado grau de importância do processo de transformação do saber, originando um elo com as avaliações.
Regra V: *Tornar um conceito mais compreensível*. Existe a necessidade de criação de objetos didáticos que permitam a inserção de elementos facilitadores do aprendizado.

Fonte: Elaboração própria. Baseada em BROCKINGTON; PIETROCOLA (2005) e SIQUEIRA; PIETROCOLA (2006).

A partir de tais características e regras propostas por Chevallard e Astolfi são determinadas as categorias da Transposição Didática, cuja importância viabiliza análise da sobrevivência dos saberes de referência (conhecimento de Física) no sistema didático, congregando elementos das condições sociais da Noosfera e interesses próprios de cada grupo ou membro da própria Noosfera.

Cabe destacar a necessidade de a Transposição Didática não tecer juízo de valor sobre o saber, mas indicar, por intermédio das categorias supra propostas, sobre a permanência do saber na sala de aula, considerando que:

> [...] ao indicar as possibilidades de sobrevivência dos saberes da Física Moderna e Contemporânea no sistema didático, a Transposição Didática passa a despertar necessidades na comunidade do ensino de Física (pesquisadores e professores) para transformar as demandas teóricas, originadas das análises, em intervenções significativas para o processo de ensino-aprendizagem, dentro do próprio sistema didático (BATISTA, 2015, p. 37).

As grandes teorias levam às teorias específicas e ao projeto de ferramentas metodológicas de intervenção. Tal processo está diretamente relacionado com o diálogo da Transposição Didática com outros campos disciplinares (TIBERGHIEN *et al*., 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora existam muitas discussões no âmbito educacional, deve-se levar em consideração que não é suficiente inserir conteúdos de Física Moderna no Ensino Médio, é necessário oferecer e proporcionar aos alunos condições para que tenham um ensino de qualidade. Deve-se haver ainda uma preocupação com a formação dos docentes para que sejam capazes de trabalhar com tais conteúdos.

O processo de inserção da Física Moderna e Contemporânea torna-se possível desde que o professor e o sistema de ensino estejam totalmente imbuídos da dinâmica de modernização do currículo para que os resultados alcançados sejam positivos. Necessita-se adequar as escolas também fisicamente com laboratórios eficientes que funcionem adequadamente proporcionando aos alunos associar teoria e prática.

A política de inserção de conteúdos de FMC na rede regular de ensino, representa a intrepidez de rever concepções e paradigmas, bem como desenvolver o potencial dos discentes, respeitando suas diferenças e atendendo suas necessidades. Quanto aos docentes, é necessária uma formação continuada para os atuantes, e um melhor preparo para os que estão em processo de formação.

É notável a utilização de vários equipamentos relacionados à FMC no dia a dia, logo, faz-se necessário correlacionar a utilização destes com o conhecimento cientifico aplicado para sua fabricação, resultando assim na capacidade das novas gerações de se reinventarem, utilizando esse conhecimento como fonte de novas ideias consequentemente de novo futuro.

REFERÊNCIAS

ASTOLFI**,** J. P. *et al*. **Mots-clés de la didactique des sciences**. Bruxelas: Pratiques Pèdagogies, De Boeeck & Larcier S. A., 1997**.**

BATISTA, C. A. S. **Física moderna e contemporânea no Ensino Médio**: subsídios teórico-metodológicos para a sobrevivência do tópico radioatividade em ambientes reais de sala de aula. Ilhéus: UESC, 2015.

BRASIL. **Lei n. 9.9394, de 20 de dezembro, 1996**. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 10/10/2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Nacionais Curriculares Ensino Médio**: bases legais. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN + Ensino Médio**: orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CEB n. 3, de 26 de junho, 1998**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb03_98.pdf>. Acesso em: 20/02/2020.

BROCKINGTON, G; PIETROCOLA, M. "Serão as regras da Transposição Didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna?" **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 10, n. 3, 2005.

CARVALHO, A. M. P; VANNUCCHI, Andréa. O currículo de Física: inovações e tendências nos anos noventa. **Investigações em ensino de ciências**, v. 1, n. 1, p. 3-19, 1996.

CHEVALLARD, Y**. La Transposicion Didactica**: Del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: La Pensée Sauvage, 1991.

OSTERMANN, F. **Tópicos de Física Contemporânea em Escolas de Nível Médio e na Formação de Professores de Física** (Tese de Doutorado). Porto Alegre: UFRGS, 1999.

OSTERMANN, F; MOREIRA, M. A. "Tópicos de Física Contemporânea na escola média brasileira: um estudo com a técnica Delphi". **Anais do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Florianópolis: UFSC, 1998.

OSTERMANN, F; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". **Investigações em ensino de ciências**, vol. 5, n. 1, 2000.

PIETROCOLA, M. *et al*. **Física em contextos**: pessoal, social e histórico. São Paulo: FTD Editora, 2010.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Editora Cortez, 2002.

SIQUEIRA, M; PIETROCOLA, M. "Como a Física de Partículas Elementares pode contribuir para o ensino básico?". *In*: CARUSO, F.; ORGURI, V.; SANTORO, A. (orgs)**. O que são Quarks, Glúons, Higgs, Buracos Negros e outras coisas Estranhas?**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

TERRAZZAN, E. "A inserção de física moderna e contemporânea no ensino de física na escola do 2º grau". **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol. 9, n. 3, 1992.

TIBERGHIEN, A; VINCE, J; GAIDIOZ, P. "Design-based Research: Case of a teaching sequence on mechanics". **International Journal of Science Education**, vol. 31, n.17, 2009.



BOLETIM DE CONJUNTURA (BOCA)

Ano II | Volume 2 | Nº 5| Boa Vista |2020

http://www.ioles.com.br/boca

Editor chefe:

Elói Martins Senhoras

Conselho Editorial

Antonio Ozai da Silva, Universidade Estadual de Maringá

Vitor Stuart Gabriel de Pieri, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Charles Pennaforte, Universidade Federal de Pelotas

Elói Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima

Julio Burdman, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Patrícia Nasser de Carvalho, Universidade Federal de Minas Gerais

Conselho Científico

Claudete de Castro Silva Vitte, Universidade Estadual de Campinas

Fabiano de Araújo Moreira, Universidade de São Paulo

Flávia Carolina de Resende Fagundes, Universidade Feevale

Hudson do Vale de Oliveira, Instituto Federal de Roraima

Laodicéia Amorim Weersma, Universidade de Fortaleza

Marcos Antônio Fávaro Martins, Universidade Paulista

Marcos Leandro Mondardo, Universidade Federal da Grande Dourados

Reinaldo Miranda de Sá Teles, Universidade de São Paulo

Rozane Pereira Ignácio, Universidade Estadual de Roraima