

A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA APLICADA A TEORIA CONTEMPORÂNEA: A FÍSICA DE PARTÍCULAS ELEMENTARES NO ENSINO MÉDIO*

Maxwell Siqueira [maxwell_siqueira@hotmail.com]

Maurício Pietrocola [mpietro@usp.br]

a Universidade de São Paulo - Instituto de Física / Faculdade de Educação

b Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação

RESUMO

Este trabalho é parte da dissertação de mestrado, que tem como objetivo levar a Física de Partículas Elementares para o Ensino Médio, através de uma proposta com uma seqüência didática. Buscando analisar essa seqüência, utilizaremos uma ferramenta encontrada na didática da ciência, a Transposição Didática.

A Transposição Didática analisa as transformações ocorridas no saber deste a sua origem, denominado Saber Sábido até as salas de aula, quando o conteúdo chega aos alunos pelo professor, chamado de Saber Ensinado. Mostrando que o processo de transposição do saber não é uma mera simplificação.

Nesse processo, são previstas características relevantes e regras, que o saber deverá apresentar para se tornar um saber que chegue aos livros e depois a sala de aula.

Desta forma, vamos aplicar as características apontadas pela Transposição Didática a Física de Partículas Elementares, para que possamos determinar se esse tópico pode se tornar uma saber a ensinar. E assim contribuir para uma inovação do currículo de Física no Ensino Médio.

1- INTRODUÇÃO

Há, aproximadamente duas décadas, vem sendo discutido a relevância da inserção da FMC no Ensino Médio nas escolas do Brasil, chegando a um consenso que é possível aplicá-la. No entanto, essa discussão se restringe aos argumentos “para que” e “por que” deve ser ensinado¹, deixando de lado o “como fazer²”. Esses argumentos ainda foram reforçados, em 1996, quando a LDB³, trouxe como um dos seus objetivos a necessidade de renovação curricular, visando os aspectos mais modernos da ciência, reforçando assim, a necessidade de atualização e renovação do currículo de Física no E.M., que era algo que vinha sendo discutido e apontado por vários pesquisadores na área de ensino de Física no Brasil.

Contudo, nos últimos anos, alguns trabalhos tentam delinear os possíveis caminhos para a renovação do currículo de Física na escola média, contribuindo com propostas de tópicos de Física Moderna e Contemporânea. Porém são escassos aqueles que foram de fato, aplicadas e trouxeram algum tipo de dado, mostrando as dificuldades encontradas no caminho e as possíveis metodologias que melhor se adequaram.

Mas para esse quadro escasso de propostas aplicadas venha a ser modificado, devemos pensar qual seria uma maneira mais adequada de adaptar as teorias modernas e contemporâneas para sala de aula, de modo a não cair no ensino tradicional, que muitas vezes pode conduzir o aluno a ter uma interpretação errônea dos conceitos estudados e uma visão da ciência moderna distorcida.

*Apoio Capes

¹ Stannard, 1990; Swinbank, 1992; Terrazzan, 1992; Moreira e Valadares, 1998; Pinto e Zanetic, 1999;

² Brockington, 2005, p.16

³ BRASIL, 1999, p.31

Para compreender melhor como a adaptação do novo conhecimento ocorre, buscamos na didática da Ciência um conceito denominado de Transposição Didática, que vem se mostrando ser uma ferramenta de análise no entendimento do processo de transformação das teorias modernas e contemporâneas para a sala de aula⁴.

“A Transposição Didática se mostra um instrumento de análise do processo de transformação do conhecimento ou saber⁵. Através dele é possível estabelecer uma argumentação para entender as diferentes formas do saber e suas estruturas organizacionais.” (PINHO ALVES, 2000, p.218a)

Assim, utilizaremos desse conceito para analisar a adaptação da Física de Partículas Elementares para alunos do Ensino Médio, para que assim, possa se tornar uma proposta de inovação do currículo de Física.

2 - TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA: A ADAPTAÇÃO DO SABER PARA A ESCOLA

O conceito da Transposição Didática teve sua origem com o sociólogo Michel Verret, em 1975 na França. Porém, em 1982, Yves Chevallard e Marie-Alberte Joshua, utilizaram-no para *“analisar e discutir as transformações sofridas com a noção matemática de distância, entre o momento de sua introdução em 1906, por Fréchet, no “saber sábio”, e o momento de sua introdução em 1971 nos programas de geometria da sétima série, em relação com a reta⁶”*. Ou seja, eles analisavam a transformação do conhecimento matemático dos cientistas até a sua adequação as salas de aulas pelos professores, de uma maneira que os alunos pudessem compreender esse conhecimento.

Assim, a Transposição Didática pressupõe a existência de um processo, no qual “um conteúdo do saber tendo sido designado como saber a ensinar quando sofre, a partir daí, um conjunto de transformações adaptativas que o levam a tomar lugar entre os objetos de ensino. O trabalho em tornar um objeto do saber a ensinar em objeto do saber ensinado é denominado Transposição didática.^{7”}. Ou melhor, analisa as transformações ocorridas no saber de referência (Saber Sábido) até se tornar um saber da sala de aula (Saber Ensinado).

Contudo, essa adaptação do saber para sala de aula é erroneamente interpretada com uma mera simplificação do conhecimento, de modo a se adequar melhor na sala de aula, como destaca Pinho Alves:

“A primeira vista somos levados a interpretar que o saber a ensinar é apenas uma mera simplificação ou trivialização formal, dos objetos complexos que compõe o repertório do saber sábio. Esta interpretação é equivocada e geradora de interpretações ambíguas nas relações escolares, pois revela o desconhecimento de um processo complexo do saber.” (PINHO ALVES, 2001, p.225)

Na transformação sofrida pelo saber, é levada em conta uma série de fatores que influenciam no aprendizado desse novo conteúdo. Desta forma, adequa-se o conhecimento em sua seqüência (que na maioria das vezes é anacrônica), em sua linguagem, em exercícios e problemas e atividades, objetivando sempre a otimização do aprendizado. Essa adequação torna-se necessária, já que ensinamos a Física de 400 anos (século XVI ao XIX) com apenas duas aulas, em média, por semana em nossas escolas. Indicando que deve ser feita essa adequação do saber a realidade da sala de aula.

⁴ Pinho Alves, 2000; Brockington, 2005.

⁵ Usaremos o termo *saber* em lugar do termo conhecimento, seguindo opção do autor. Os originais franceses utilizam *savoir* (saber) pois parece traduzir mais adequadamente o objeto do processo transformador da Transposição Didática do que o termo *conhecimento* (connaissance), que aparenta ser de entendimento mais amplo e vago.

⁶ ASTOLFI e DEVELAY, 1994, p.47

⁷ CHEVALLARD, 1991, p.45

Essa ferramenta de análise propõe a existência de três níveis ou patamares do saber: o Saber Sábio, de onde se inicia o processo; o Saber a Ensinar e o Saber Ensinado. Cada um com sua própria comunidade autônoma, com seus representantes ou grupos. Ligando esses níveis tem-se a Noosfera, que se constitui numa esfera de ação, onde os protagonistas atuam na transformação do saber. Essa esfera, acaba envolvendo pessoas e/ou instituições que influenciam o sistema educacional, ou seja, toda personagem ou instituição social, econômica e política que influencia nas transformações sofridas pelo saber, é considerado parte da Noosfera. É nela, que ocorrem os conflitos inevitáveis, as transformações dos saberes, onde os vários atores das diferentes esferas sociais negociam seus interesses, pontos de vistas etc.

“Na noosfera, pois, os representantes do sistema de ensino, com ou sem mandatos (desde o presidente de uma associação de professores até um simples professor militante), se encontram, direta ou indiretamente, (...), com os representantes da sociedade (os pais dos alunos, os especialistas das disciplinas que militam em torno de seus ensinamentos, os emissários de órgãos políticos).” (CHEVALLARD, 1991, p.28)

A Noosfera envolve o sistema didático⁸, tornando-se a dimensão onde são discutidos os problemas e debatidas as soluções pelos representantes principais do sistema didático, responsáveis pelo “bom” funcionamento dele. Ela envolve todos os representantes do sistema de ensino, como os autores de livros, os políticos educacionais, pesquisadores em ensino, professores até os representantes da sociedade como os pais de alunos, especialistas das disciplinas e outros interessados no processo de ensino.

Assim, é nela que as exigências da sociedade são discutidas, tentando delimitar o que pode ser modificado e de que forma poderá ser feito para que o sistema didático atenda essas exigências, se adequando da melhor maneira possível às necessidades da sociedade. Ocorrendo nesse ambiente, as negociações, as trocas de idéias, os conflitos visando encontrar soluções aos problemas trazidos pela sociedade, ou seja, *“a Noosfera é a região onde se pensa o funcionamento didático”*.

Ela é o centro operacional do processo da Transposição Didática, onde se tenta delimitar as competências, as responsabilidades e os poderes de cada indivíduo que se encontram envolvidos nesse processo. É nela que 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. A Noosfera é, dessa forma, o responsável pelo fio condutor da Transposição Didática.

3 - OS NÍVEIS DO SABER

3.1 - SABER SÁBIO

O Saber Sábio diz respeito ao saber original, aquele saber que é tomado como referência na definição da disciplina escolar. Tal saber é aquele construindo no interior da comunidade científica. Esse saber também passa por transformações no interior dessa comunidade até tornar-se público, quando da publicação em revistas específicas das comunidades científicas (como por exemplo os artigos publicados na revista *Physics Letters*, sendo objeto de debates, revisões e controvérsias). Antes da publicação é possível acessar o processo de construção específica da área científica em questão. Ao ser publicado, o conhecimento está limpo, depurado e em uma linguagem pessoal, que não retrata características de sua construção.

Esse patamar do saber é composto pelas pessoas responsáveis pela sua construção e desenvolvimento no interior das comunidades de pesquisas, isto é, os cientistas e pesquisadores de uma maneira geral.

⁸ Essa é uma noção definida por Chevallard (1991, p.15) que envolve o professor, o aluno e o saber através de uma relação didática.

⁹ CHEVALLARD, 1991, p.28

A construção desse novo saber pelo cientista, normalmente se inicia com a busca por uma resposta ou solução de algum problema. Nessa busca, o cientista acaba por percorrer caminhos em seus raciocínios que não são descritos em seus artigos, devido ao grau de informalidade que o levou a fazer a descoberta. Esse processo é denominado “*contexto da descoberta*”¹⁰, se referindo a uma etapa pessoal do cientista, onde ele busca a sua resposta. Porém, para formalizar sua solução, ele tem que abrir mão de toda a informalidade e emoção, fazendo análises e julgamentos da solução encontrada. Somente assim, seu trabalho ou artigo poderá ser publicado, pois desta forma, ele estará adequando seu trabalho as normas impostas pela comunidade científica através de linguagem e regras peculiares dessa comunidade. Esse processo é denominado “*contexto da justificativa*”¹⁰. Ao final, o seu trabalho assume uma forma impessoal, sistemática, com começo, meio e fim, não mostrando os conflitos ocorridos no contexto da descoberta.

Desde a descoberta até a publicação de seu trabalho, vê-se dois momentos no processo total, e entre um e outro “há um processo de reelaboração racional que elimina elementos emotivos e processuais, valorizando o encadeamento lógico e a neutralidade de sentimentos. Aqui, de certa forma, há uma transposição – não didática- mas, diríamos, científica, caracterizada por uma despersonalização e reformulação do saber”¹¹.

3.2 - SABER A ENSINAR

Esse é o segundo patamar do saber, quando de sua primeira transposição. Esse processo de transformar o saber sábio em saber a ensinar, corresponde a *Transposição Didática Externa*. Ele se materializa na produção de livros didáticos, manuais de ensino para formação universitária, programas escolares que tem como alvo os alunos universitários e professores do E.M. Aqui, o conhecimento é reestruturado para uma linguagem mais simples se adequando ao ensino, sendo “desmontado” é reorganizado novamente de uma maneira lógica e atemporal.

Os autores de livros didáticos, os especialistas das disciplinas, os professores, a opinião pública em geral, através do poder político que influencia de alguma maneira na transformação do saber, são exemplos dos atores desse patamar do saber. É esse grupo que vai determinar quais as transformações e o que deverá ser transformado do saber sábio em saber a ensinar, gerando um novo saber que estará mais próximo da escola.

Nesse processo, ao ser transformado em saber a ensinar, o saber sofre uma *descontextualização*¹², ocorrendo a perda do seu contexto original, através de um processo que Chevallard denomina de *despersonalização*. O saber passa por uma espécie de demolição para que depois volte a ser reconstruído, permitindo uma nova estruturação e organização. Assim, esse saber passa a ter uma configuração dogmática, ordenada, cumulativa e de certa maneira linearizada, tornando-se um saber com uma seqüência lógica. Com isso, ele perde o contexto de sua origem e passa a ter um novo contexto.

Uma outra função do saber a ensinar é fazer com que o saber perca qualquer ligação com o ambiente epistemológico no qual foi criado (saber sábio) através de um processo denominado de *dessincretização*, sendo reconstituído em um novo contexto epistemológico.

“Os processos de despersonalização, dessincretização e de descontextualização, aos quais o saber é submetido, faz com que ele seja despido de seu contexto epistemológico, histórico e linguagem própria. Como saber a ensinar, é obtido um saber com uma nova roupagem, uma organização a-histórica, um novo nicho epistemológico e de validade dogmatizada.” (PINHO ALVES, 2000, p.227)

Ao contrário do saber sábio que depois de ser legitimado pela comunidade científica se torna parte da cultura da humanidade, o saber a ensinar e seus objetos podem não sobreviver até o final do processo da T.D., tornando-se obsoletos no contexto escolar ou banalizando-se no contexto sócio-cultural, sofrendo pressões de grupos provenientes da noosfera, fazendo que

¹⁰ REICHENBACH, 1961

¹¹ PINHO ALVES, 2000, p.224

¹² CHEVALLARD, 1991, p.53

sejam descartados. Contudo, essas ações buscam um único objetivo, melhorar o ensino com o aumento da aprendizagem.

3.3 - SABER ENSINADO

Essa é a segunda transposição do saber, que faz uma adaptação do saber ao tempo didático, ou seja, é nessa etapa que há transformação do conhecimento visando o seqüenciamento das aulas. Nesse papel de transformação do saber para sala de aula, aparece a figura do professor, que deve adequar o conhecimento trazido nos livros didáticos (saber a ensinar) para aquele que efetivamente vai para suas aulas e chegue até os alunos. O professor é o principal personagem dessa transposição, desempenhando papel central nesse nível do saber. Porém, não é o único, os alunos e a administração escolar (diretor, orientadores, pedagogas, etc...) também são os representantes desse patamar na noosfera. Esse processo de transformação do saber a ensinar em saber ensinado é denominado "*Transposição Didática Interna*" pois ocorre no interior do espaço escolar.

Esse é o saber que de fato chega ao aluno, depois de sofrer dois recortes. Primeiro, através da transposição externa, que transforma o saber original produzido pelo cientista em um saber com uma linguagem mais apropriada, o Saber a Ensinar; depois, a transposição interna, processada pelo professor ao preparar a sua aula, que transforma esse saber em um saber que seja melhor compreendido pelos alunos, saber ensinado. Nessa segunda transformação, o professor acaba sofrendo interferências de outros membros da noosfera, devido a interação que ocorre entre eles. Isso faz com que, outros interesses, além dos seus, sejam levados em consideração no processo. Devido a isso, forma-se um novo ambiente epistemológico, porém muito mais instável, se comparado com o do saber sábio e do saber a ensinar. "*Cada nova transposição cria um quadro epistemológico novo (...) Dentro de cada quadro novo, é feito o possível para reduzir as dificuldades de aprendizagem, dissolve-las.*"¹³

Nessas transformações sofridas pelo saber, Martinand destaca que devem ser levadas em consideração o cotidiano dos alunos, para que dessa forma, o novo saber não esteja fora da realidade do aluno, tornando-se mais significativo e possivelmente melhorando a compreensão dele, como destaca Astolfi e Develay:

"Deve-se, de maneira inversa, partir de atividades sociais diversas (que podem ser atividades de pesquisa, de engenharia, de produção, mas também de atividades domésticas, culturais...) que possam servir de referência a atividades científicas escolares, e a partir das quais se examina os problemas a resolver, os métodos e atitudes, os saberes correspondentes." (ASTOLFI e DEVELAY, 2006, p.54)

Essa relação com o cotidiano, Martinand denomina de *Práticas Sociais de Referência*. Elas também servem de guia, sinalizando os possíveis saberes que poderão estar presentes na sala de aula.

"funcionam essencialmente como guia de análise de conteúdo, de críticas e de proposição. A idéia de referência indica que não podemos e nem devemos nos ligar a uma conformidade estreita de competências para adquirir as funções, os papéis e as capacidades da prática real. Antes de tudo deve dar meios de localizar as concordâncias e as diferenças entre duas situações, onde uma (a prática industrial por exemplo) é objeto ensinado, e possui uma coerência que deve ser transposta para a escola." (MARTINAND, 1986, apud PINHO ALVES)

3.4 – COMO O SABER SOBREVIVE

Como ferramenta de análise, a Transposição Didática consegue refazer os caminhos percorridos pelo saber, desde sua origem (Saber Sábio) até chegar a sala de aula (Saber Ensinado). Deixando para noosfera o papel da seleção de quais serão os saberes do saber sábio que passarão pelas transformações para chegar à sala de aula.

¹³ JOSHUA e DUPIN, 1993, p.201 apud PINHO ALVES

Porém para chegar ao professor, o saber tem antes que sobreviver no nível do Saber a Ensinar. Para isso, Chevallard destaca alguns indícios de características relevantes que o saber deve apresentar para permanecer no saber a ensinar. Essas características são:

O saber tem que ser **consensual**. O saber que vai chegar a sala de aula não pode apresentar dúvidas sobre seu status de “verdade”, mesmo que seja momentâneo. Isso para que o professor não tenha medo de estar ensinando algo que a própria ciência não sabe se é verdade e para que o aluno não tenha dúvidas sobre o que está aprendendo é correto ou não. *“O sistema de ensino parece não saber como avaliar aquilo que o aluno deve saber daquilo que a ciência ainda não sabe.”¹⁴*

O saber transposto deve buscar uma **atualização**. Nesse caso a atualização se apresenta de duas maneiras: **Atualidade moral**, é a atualidade que está ligada ao currículo, mostrando se aquele saber que será transposto tem importância reconhecida pela sociedade e pelos pais, não se tornando um saber obsoleto que pode ser ensinado pelos pais. Ou seja, o saber que será transposto deve estar equidistante da saber dos cientistas e o saber dos pais. **Atualidade biológica**, essa está ligada diretamente a sua área de conhecimento. O saber transposto deve estar de acordo com a ciência vigente, deixando os conceitos que foram superados para serem ensinados somente em uma perspectiva histórica.

O saber tem que ser **operacional**. O saber que vai para sala de aula tem que ser capaz de gerar uma seqüência com atividades, exercícios, tarefas ou algum tipo de trabalho que tenha como objetivo a conceituação do saber. Essa é uma característica importante, porque está ligada diretamente a avaliação. Saberes que não apresentam nenhum tipo de atividade que possa levar a uma avaliação de seu aprendizado está fadado a não permanecer na escola.

O saber deve permitir que haja uma **criatividade didática**. Essa característica implica na criação de atividades de uso exclusivo da escola, ou seja, objetos que não possuem similares no Saber Sábido, tornando-se criações que tem existência garantida somente na sala de aula. Como é o caso de atividades que envolvam associação de resistores e escalas termométricas.

O saber tem que ser **terapêutico**. O saber tem que adaptar ao sistema didático, ou seja, só permanece na escola aquele saber que já verificou que dá certo, dentro das características ressaltadas, aqueles que não dão ficam de fora.

4 - AS REGRAS DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Analisando o processo da Transposição Didática, Astolfi (1997) pode estipular algumas regras para descrever o processo de transformação do Saber Sábido em Saber a Ensinar. Estando diretamente ligadas às características relevantes estipuladas por Chevallard, citadas anteriormente.

A seguir vamos descrever “as várias etapas ou regras, que conduzem a introdução no saber sábio até o saber a ensinar” (ASTOLFI, 1997).

REGRA I - MODERNIZAR O SABER ESCOLAR

A ciência, nos últimos anos, vem produzindo conhecimento cada vez mais rápido que vêm chegando cada vez mais depressa para a população em geral, em forma de novos aparelhos e dispositivos mais modernos. Esse desenvolvimento deveria ser acompanhado pelos livros didáticos, com edições que trouxessem conteúdos mais modernos e contemporâneos, fazendo jus ao alto desenvolvimento tecnológico e, mesmo aqueles conhecimentos que não têm um caráter prático, podendo contribuir para uma visão mais correta da ciência moderna e dando opções aos jovens a acessarem a natureza com uma nova visão (de uma maneira nova). De certa forma, é uma coisa que já acontece, porém esses temas são tratados de forma superficial, ficando apenas como tópicos que permeiam a física clássica tradicional dos livros didáticos ou descritos brevemente nos últimos capítulos dos livros didáticos, nos mesmos moldes dos já existentes. “A

¹⁴ Chevallard, 1991, p.69

*modernização dos saberes escolares é uma necessidade, pois legitima o programa da disciplina, garantindo seu lugar no currículo.*¹⁵

“Em diferentes disciplinas, parece ser necessário aos especialistas colocar em dia os conteúdos de ensino para aproximá-los dos conhecimentos acadêmicos. Neste caso, freqüentemente criam-se comissões que tomam por base vários trabalhos e posições anteriores difundidas na noosfera”. (ASTOLFI, 1997, p.182)

REGRA II – ATUALIZAR O SABER ESCOLAR

O saber tem que ser renovado, atualizado, porque esse saber tratado no sistema didático envelhece, *“tornando-se velho em relação a sociedade*¹⁶, se afastando do núcleo de pesquisa do saber sábio (isso faz com esse saber não seja mais reconhecido como atual pelo saber original) e ao ser modificado para toda a sociedade, aproxima-se do saber dos pais (isso banaliza o saber, porque o professor estaria ensinado algo diluído na cultura cotidiana). Esse envelhecimento, torna o sistema didático obsoleto do ponto de vista da sociedade, visto que os próprios pais poderiam transmitir esse conhecimento. Isso gera uma incompatibilidade do sistema didático com seu entorno.

Para retomar a compatibilidade é necessária a instauração de um corrente proveniente do Saber Sábido que traga um saber ainda não difundido amplamente.

“Alguns objetos do saber, com o passar do tempo, se agregam à cultura geral que, de certa forma, passa a dispensar o formalismo escolar. Outros perdem o significado por razões extracurriculares e/ou escolares (...) Regra que poderia ser entendida como a “luta contra obsolência didática””. (PINHO ALVES, 2000, p.236)

REGRA III - ARTICULAR O SABER NOVO COM O ANTIGO

O saber novo se articula melhor quando apresentado para explicar um saber antigo, mas não de uma maneira radical, tentando refutar ou negar o saber anterior. Isso poderia gerar um risco de o aluno ver o novo saber escolar como algo instável, acreditando que ele que sempre será substituído por um mais novo que virá em seguida. Isso poderá gerar um estado de “questionamento” permanente, gerando dificuldades na condução do processo de ensino.

“Entre os vários objetos do saber sábio suscetível a modernização e para diminuir à obsolescência, alguns são escolhidos porque permitem uma articulação mais satisfatória entre o novo que se tenta introduzir, e o velho já provado no sistema e do qual será necessário conservar alguns elementos reorganizados.” (ASTOLFI, 1997, p.183)

REGRA IV - TRANSFORMAR UM SABER EM EXERCÍCIOS E PROBLEMAS

O saber sábio que trazer maiores possibilidades de exercícios e atividades, certamente será mais bem aceito pelo sistema didático. Isso por que os exercícios e atividades fazem parte preponderante no processo de avaliação. Assim, esses conteúdos terão uma vantagem, ou melhor, uma preferência no processo da Transposição Didática. *“Certamente esta é a regra que reflete o maior grau de importância no processo transformador do saber, ao criar uma ligação muito estreita com o processo de avaliação. (...) A aquisição e domínio deste saber, por parte do estudante, deve ser confirmada pela sua habilidade na solução de exercícios e problemas, cuja resposta envolve um resultado numérico do tipo certo ou errado”*¹⁷.

“A seleção vai ocorrer a partir da facilidade particular de certos conteúdos para gerar um número grande de exercícios ou atividades didáticas, até mesmo quando

¹⁵ Brockington, 2005, p.109

¹⁶ Chevallard, 1991, p.30

¹⁷ Pinho Alves, 2001, p.238

estes são nitidamente descontextualizados quanto a sua função, em relação ao conceito original.”(ASTOLFI, 1997, p.183)

REGRA V - TORNAR UM CONCEITO MAIS COMPREENSÍVEL

Como vimos, na transformação do saber sábio em Saber a Ensinar, que há perda em sua linguagem original e passa a ser escrito em uma linguagem mais próxima das pessoas que não fazem parte da comunidade que compõe o saber sábio. Isso faz com que esse saber se torne mais próximo dos alunos e desta forma, sua compreensão poderá ser facilitada, tendo como objetivo a melhoria do aprendizado desse saber por parte do aluno.

“Neste processo são criados objetos didáticos que permitem inserir elementos novos e facilitadores do aprendizado, assim como utilizar uma matemática adequada para aqueles que estão sendo iniciados neste tipo de saber”. (PINHO ALVES, 2000, p.238)

5 - A FÍSICA DE PARTÍCULAS COM O OLHAR DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

A partir de agora, iremos analisar a Física de Partículas Elementares enquanto Saber a Ensinar com a ferramenta da Transposição Didática, através das características relevantes apontadas por Chevallard. No entanto, é importante frisar que essa análise com a Transposição Didática, não agrega valores aos saberes transpostos, ou seja, ela não diz se uma transposição é boa ou ruim, ela somente analisa se a transposição do saber é possível ou não.

Como uma estrutura teórica, a Física de Partículas é uma teoria **consensual**, pois a comunidade científica a reconhece como uma teoria para descrever a estrutura da matéria e as interações, apesar de não estar completa. Ela é a estrutura que descreve atualmente a estrutura da matéria, sendo uma área de pesquisa com grande número de pesquisadores e encontrada, em praticamente, todas as Universidades. Creio que se perguntarmos aos físicos se a Física de Partículas é uma área que descreve bem a estrutura da matéria atualmente, eles responderam que sim!

Além disso, a Física de Partículas traz uma **atualização** do saber que já se encontra em sala de aula, através de uma nova visão da natureza, feita pelo modelo padrão atual. Nele, o modelo de átomo, que antes era constituído de partículas até então elementares (próton, elétron e nêutron, como é visto nas aulas de química e até mesmo nas aulas de eletromagnetismo), passa a ser concebido de outra maneira, com os quarks e os elétrons, *“mostrando uma visão contemporânea do átomo, tentando romper com o modelo planetário tão freqüentemente apresentado nas aulas de química”*¹⁸. Sendo os quarks os constituintes dos prótons e nêutrons. Além disso, o modelo que descreve a interação entre as partículas passa por uma mudança, sendo descrito por uma troca de partículas mediadoras, denominadas bósons, justificando a **atualidade biológica**. *“A Física de Partículas Elementares pode servir para uma releitura da Física Clássica, como por exemplo, as interações que do ponto de vista da FMC, são entendidos através da troca de uma partícula mediadora”*¹⁹.

Enquanto a **atualização moral** pode ser justificada como sendo um conteúdo que venha mostrar o que se pesquisa nos laboratórios atualmente, tendo a cada dia, um avanço na descrição da matéria e da antimatéria, conseqüentemente na tecnologia gerada por ela. Também se pode compreender um pouco mais sobre as radiações, discutindo a radiação cósmica e as outras radiações como a α e β , levando a um entendimento maior de aparelhos como os raios-X, as tomografias e até a geração de energia nas usinas nucleares. Desta forma, justifica-se a sua presença no currículo por mostrar ser um saber que está longe do alcance dos pais e muito presente na sociedade moderna.

¹⁸ Ostermann e Moreira, 2000, p.394

¹⁹ Ostermann e Moreira, 2000, p.394

Como um saber atual, ela também se destaca por ser uma área bem contemporânea. Para tanto, basta lembrarmos que o quark top, foi descoberto em 1995 e que atualmente são feitas muitas pesquisas que tentam encontrar respostas para questões intrigantes como, porque existe mais matéria do que antimatéria?, e a procura de partículas constituídas por cinco quarks, os pentaquarks, sendo uma área que tem muitas investigações sendo feitas. Além disso, podemos destacar a vitória do prêmio Nobel de Física de 2004, foi entregue ao grupo que faz pesquisa na área da cromodinâmica quântica - QCD.

Enquanto a **operacionalidade**, acreditamos que esse tópico apresenta grande potencial para criação de uma seqüência didática, com atividades, exercícios, problemas e até mesmo algum tipo de atividade prática que possa vir a instigar o aluno. E ainda, essas atividades, por ser uma área pouco explorada na sala de aula, podem fugir dos modelos presentes no ensino de tópicos que já se encontram na escola como a cinemática, a termometria e a eletrostática.

O problema com esse tópico, esbarra na **criatividade didática**. Não se tem ainda um elemento que esteja presente somente na sala de aula, não tendo um análogo no Saber Sábio, porque ainda não se tornou um conteúdo que, de fato, está presente no saber escolar. Talvez esse possa ser um indício que mostra porque a Física de Partículas Elementares não está presente no E.M. e que provavelmente quando estiver presente, poderá ter esse objeto. Mesmo aquela parte que se já se encontra nos livros de Física do E.M., não apresenta nenhum tipo de criatividade, estando fortemente estruturado na forma tradicional, ou seja, nos moldes dos conteúdos que já se encontram nos livros.

Talvez no caso da FMC, principalmente a Física de Partículas Elementares, a **criatividade didática**, esteja intimamente ligada a **terapêutica**, formando assim, objetos didáticos que através de relatos isolados de aplicação de professores, indicam se deram certo ou não.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acreditamos, depois dessa análise, que a Física de Partículas Elementares é uma boa candidata à estar presente no currículo de Física do E.M., devido a toda contribuição que ela possa oferecer como destacamos no item anterior. Além disso, a necessidade de conteúdos contemporâneos se faz presente cada vez mais, dando oportunidades aos nossos jovens a terem acesso ao um mundo ainda não explorado por ele, o mundo microscópico, onde a Física Quântica está presente, podendo contribuir para um maior fascínio dos jovens pela ciência contemporânea.

Porém devemos refletir um pouco mais sobre a análise de tópicos contemporâneos através da Transposição Didática Será possível criar objetos de ensino com esse conteúdo? Será que a inserção da Física de Partículas Elementares estará fadada a não ocorrer por não apresentar a criatividade didática? Seria esse então o indício de sua exclusão do E.M.? Por isso que não temos esse conteúdo no E.M.?

Essas questões nos levam a pensar um pouco mais sobre a Transposição Didática aplicada à teoria contemporânea e de que maneira a adaptação do saber para sala de aula poderia ser feito. Contudo, acreditamos que a criatividade didática é uma questão de tempo para ser superada. A partir do momento que esse conteúdo se encontrar bem estruturado como saber a ensinar, os objetos didáticos surgirão.

Contudo é importante que tenhamos consciência e conhecimento dessa transformação sofrida pelo conhecimento Físico, para compreendermos melhor alguns seqüências didáticas e conseqüentemente, o sistema didático, que poderá melhorar o ensino e o aprendizado dos conteúdos de Física.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ASTOLFI, Jean Pierre e DEVELAY, Michel. **A Didática das Ciências**. 10ª ed. Campinas: Papyrus, 2006.

ASTOLFI, Jean Pierre et al. **Mots-clés de la didactique des sciences**. Pratiques Pédagogies, De Boeck & Larcier S. A. Bruxelas, 1997.

- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Ministério da educação. Secretária da Educação Média e Tecnológica. Brasília, 1999.
- BROCKINGTON, Guilherme. **A Realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio**. Dissertação de mestrado, USP, São Paulo, 2005.
- CHEVALLARD, Yves. **La Transposicion Didactica**: Del saber sabio al saber enseñado.1ª ed. Argentina: La Pensée Sauvage,1991.
- MARTINAND, J. L. **Connaître et Transformer la Matière**. Peter Lang, Berna, 1986.
- MOREIRA, Alysso Magalhães e VALADARES, Eduardo de Campos. Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis: V.15, n. 2: p. 121-135, ago. 1998.
- OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antônio. Física contemporânea em la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona: v.18, n.3, p.391-404, 2000.
- PINHO ALVES, José Fº. **Atividades Experimentais: Do método à Prática Construtivista**. Tese de Doutorado, UFSC, Florianópolis, 2000.
- PINTO, A.C., ZANETIC, J. É possível levar a física quântica para o ensino médio? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, V.16, n.1, p.7-34, abril 99.
- STANNARD, R. Modern Physics for the young. **Physics Education**. Bristol: v.25, n.3, p.133, may 1990.
- SWINBANK, E. Particle Physics: a new course for schools and colleges. **Physics Education**, v. 27, n. 2, p. 87-91, mar. 1992.
- TERRAZZAN, Eduardo A. **Perspectivas para a inserção de física moderna na escola média**. São Paulo: curso de pós-graduação em educação – USP, 1994 Tese.