



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

**CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE LIVRO
DIDÁTICO DIGITAL DE FÍSICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FELIPPE GUIMARÃES MACIEL

Brasília – DF
2014



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Faculdade de Planaltina

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE LIVRO
DIDÁTICO DIGITAL DE FÍSICA**

Felippe Guimarães Maciel

**Brasília – DF
2014**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Faculdade de Planaltina

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE LIVRO DIDÁTICO DIGITAL DE FÍSICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Felippe Guimarães Maciel

Dissertação de mestrado realizada sob orientação da Prof.^a Dr.^a Maria de Fátima da Silva Verdeaux apresentada à banca examinadora como pré-requisito à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Áreas de concentração “Material Didático e Tecnologias Educacionais”, pelo programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF

2014

FOLHA DE APROVAÇÃO

FELIPPE GUIMARÃES MACIEL

“CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE LIVRO DIDÁTICO DIGITAL DE FÍSICA”

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 29 de abril de 2014.

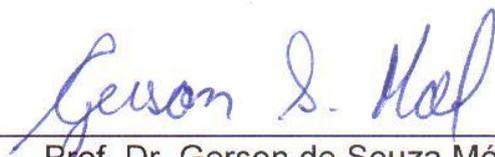
BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima da Silva Verdeaux (Presidente)



Prof. Dr. José Felipe Beaklini Filho
(Membro interno não vinculado ao Programa – IF)



Prof. Dr. Gerson de Souza Mól
(Membro interno vinculado ao Programa – PPGEC/UnB)

*Dedico esse trabalho a meu falecido tio e padrinho Marcelo Monteiro
e ao também falecido amigo, grande amigo, Lacy Salles.
Que o exemplo de vocês continue fazendo a diferença!*

Agradecimentos

A Deus, por ser tudo em minha vida. A Ele, toda honra e glória.

Um obrigado especial (acompanhado de alguns desculpe-me) a meus pais, Amaro e Raquel, bem como a minha irmã, Renata, que durante esses anos foram verdadeiros torcedores, sempre me apoiando na necessidade. Sem seu exemplo e dedicação, nada disso seria possível. Com eles estendo meu agradecimento a todos meus familiares;

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima da Silva Verdeaux, a quem sou eternamente grato pelos conselhos, pela enorme confiança depositada, pelas portas que me abriu e pela paciência materna infinita com que me recebeu como aluno.

Ao Prof. Dr. Gilberto Lacerda, pela disponibilidade de sempre em me receber e por atuar em papel vital para a realização desse sonho.

Ao Prof. Dr. Gerson Souza Mól, pelos conselhos e conversas de corredor, além dos primeiros artigos que salvaram essa pesquisa.

À minha amada namorada, Renata Pires, que compartilhou comigo as alegrias e angústias ao longo desses dois anos de mestrado. Obrigado pela paciência, pela compreensão, pelo amor dedicado a mim e pelas conversas sobre metodologia que tivemos em tantos momentos.

A todos meus valorosos amigos, aqui representados por Pedro, André e Rafael, que também suportaram as minhas ausências constantes, não me deixando desistir.

Em especial a meu amigo, Prof. Thiago França (Negão), por compartilhar comigo a gênese desse trabalho, além de celebrar comigo cada conquista.

A meus estimados professores do PPGEC e aos servidores da UnB.

A todos os meus professores, minha admiração eterna pela vocação que em mim depositaram, e que realizo todos os dias.

A todos os meus colegas, professores e coordenadores, com quem compartilho a extrema responsabilidade de formar pessoas.

Divido com todos vocês essa conquista!

Resumo

Com o advento das Novas Tecnologias de Comunicação, Informação e Expressão (NTICE) ao contexto escolar, muitos elementos exigiram uma adaptação na prática didática dos professores. Dentre os mais recentes representantes desse grupo, destaca-se o Livro Didático Digital (LDD), material virtual alocado em plataformas móveis, como celulares multifuncionais e *tablets*, e cada vez mais frequentes nas salas de aulas de escolas, em especial as particulares. O Governo Federal, com o lançamento do edital do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2015, revelou a necessidade da existência de um conjunto de critérios que permitam a avaliação das concepções de interatividade presentes nesse material. O presente estudo surge dessa necessidade, apresentando um instrumento com critérios para a avaliação do LDD de Física para o Ensino Médio, baseando-se nos conceitos de Transposição Didática dos Saberes, de Yves Chevallard, e da concepção de hipertexto de Pierre Lévy (1993). Submetem-se tais critérios a alguns títulos atualmente existentes no mercado de LDD de Brasília.

Palavras-chave: Novas Tecnologias de Comunicação, Informação e Expressão; Avaliação de Livro Didático; Livro Didático Digital; Transposição didática.

Abstract

With the advent of the New Technologies of Communication, Information and Expressure (TIC) in the school context, many elements required an adjustment in the teaching practice of teachers. Among the most recent representatives of this group, we highlight the Digital Textbook (DT) that, allocates the virtual contents on mobile platforms such as multifunctional mobile phones and tablets which are increasingly frequent in the classrooms of schools, particularly the private schools. The Federal Government, with the announcement of the National Textbook Program 2015, revealed the necessity of the existence of a set of criteria for the evaluation of the concepts of interactivity present in this material. This study arises from the need of an instrument with the criteria for evaluating the digital textbook of Physics, for secondary education, based on concepts of Yves Chevallard's Didactic Transposition of Knowledge, and the 1993 Pierre Lévy's hypertext modeling. Such criteria are used to evaluate some DT existent in Brasilia

Keywords: New Communication Technologies, Information and Expression; Assessment Textbooks, Textbook Digital; didactic transposition, transposition media.

Sumário

INTRODUÇÃO	14
CAPÍTULO 1 – JUSTIFICATIVA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
1.1 Uma breve história do livro e das comunicações.....	30
1.1.1 A evolução: da pedra ao papel.....	31
1.1.2 O livro pertencente à cultura humana.	37
1.2 O livro didático.	40
1.3 Novas Tecnologias de Informação, Comunicação e Expressão na Educação no Ensino de Física.....	48
1.4 Livro Didático Digital e sua avaliação	58
1.5 Transposição Didática.....	62
CAPÍTULO 2 – O PROBLEMA E OS OBJETIVOS DA PESQUISA.....	69
CAPÍTULO 3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	72
3.1 Teoria da Transposição Didática.....	72
3.2 O hipertexto	95
CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA DE PESQUISA	111
4.1 Critérios de avaliação do LDD de Física.....	114
4.1.1 Parâmetro I - Critérios Pedagógicos.....	115
4.1.2 Parâmetro II - Critérios Digitais	131
4.1.3 Montagem do instrumento de avaliação	140

4.1.4	Avaliação de livros digitais	143
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO	156	
CAPÍTULO 6 – PROPOSIÇÃO DIDÁTICA.....	159	
CAPÍTULO 7 – BIBLIOGRAFIA	160	
ANEXO I – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE LDD DE FÍSICA.....	166	

Lista de Quadros

QUADRO 1 – Competências de representação e comunicação

QUADRO 2 – Competências de investigação e compreensão

QUADRO 3 – Competências de contextualização sociocultural

QUADRO 4 – Critérios 1 a 5 – Aspectos pedagógicos

QUADRO 5 – Critérios 6 e 7 – Aspectos pedagógicos

QUADRO 6 – Critério 8 – Aspectos pedagógicos

QUADRO 7 – Critérios 9 a 11 – Aspectos pedagógicos.

QUADRO 8 – Critérios 12 a 15 – Aspectos pedagógicos

QUADRO 9 – Critérios 16 a 25 – Aspectos pedagógicos

QUADRO 10 – Critérios 1 a 5 – Aspectos digitais

QUADRO 11 – Critérios 6 a 10 – Aspectos digitais

QUADRO 12 – Critérios 11 a 13 – Aspectos digitais

QUADRO 13 – Critérios 14 a 17 – Aspectos digitais

QUADRO 14 – Critérios 18 a 19 – Aspectos digitais

QUADRO 15 – Critérios 20 a 25 – Aspectos digitais

QUADRO 16 – Possíveis respostas aos critérios

QUADRO 17 – Respostas objetivas aos critérios de avaliação

QUADRO 18 – Lista de obras digitais avaliadas

QUADRO 19 – Avaliação de critérios pedagógicos - parte 1

QUADRO 20 – Avaliação de critérios pedagógicos - parte 2

QUADRO 21 – Avaliação de critérios pedagógicos - parte 3

QUADRO 22 – Avaliação de critérios digitais - parte 1

QUADRO 23 – Avaliação de critérios digitais - parte 2

QUADRO 24 – Avaliação de critérios digitais - parte 3

Lista de Figuras

FIGURA 1 – Esquema ilustrativo do Sistema Didático e seus participantes, proposto por Yves Chevallard

FIGURA 2 - Esquema ilustrativo do Sistema Educacional e da Noosfera no modelo de Transposição Didática

FIGURA 3 - Transposição Didática de 1ª Ordem

FIGURA 4 - Transposição Didática de 2ª Ordem

FIGURA 5 – Parâmetros de avaliação de um objeto educacional digital

FIGURA 6 – Tabela periódica de QRcode.

INTRODUÇÃO

No presente contexto da escola, permeada, nos últimos anos, por tecnologias educacionais que desafiam a atuação dos professores, um novo recurso tem apontado no horizonte das tecnologias educativas: o Livro Didático Digital (LDD). A princípio, qualquer material educativo que exigisse a leitura do estudante em um recurso eletrônico poderia ser considerado um livro digital. No entanto, testemunhas das diversas capacidades das Novas Tecnologias de Comunicação, Informação e Expressão (NTICE), sabemos que esse material, que julgamos pertencente às NTICE, tem a potencialidade de atrelar mais recursos à prática pedagógica, em especial no sentido de contribuir para o ensino de Física.

Como o trabalho de autoria desses materiais tem sido feito, já que se são objetos educacionais recentes e ainda carentes de pesquisas metodológicas? Mesmo sem uma resposta clara para essa pergunta, já vemos escolas, em sua maioria particulares, adotando esses LDD alocados em plataformas móveis como *tablets* e smartphones. Além disso, o Governo Federal já anunciou uma grande aquisição de *tablets* para serem distribuídos em escolas públicas, com os LDD, no ano de 2015. O edital de 2013 do PNLD já trazia a convocação dessas obras digitais a autores e editoras. Prevemos, assim, para os próximos anos, uma grande oferta de supostos LDD aparecendo no mercado.

Como esses livros têm ingressado nas escolas? Classicamente os livros didáticos são escolhidos pelo corpo docente e coordenação das escolas, entendidos como técnicos nessa área de avaliação. Mas, sendo o LDD um objeto educacional tão novo, que critérios têm sido utilizados para a sua escolha? Somos levados a

concluir, a partir da observação dessa realidade na cidade de Brasília, que, num primeiro momento, os LDD ficam reservados a seus lugares de origem, as escolas particulares, já que ali se encontram alguns dos professores-autores dessas obras. Será que vai ser sempre assim, ou as editoras, tão logo a demanda por esses materiais cresça e aumente a facilidade na obtenção de um *tablet*, bombardearão escolas públicas e particulares com esses produtos?

É nessa perspectiva que surge este trabalho de pesquisa. Ao nos basearmos nas experiências de outras nações, como Inglaterra, Estados Unidos e Coreia do Sul, é inevitável a conclusão de que esses LDD são recursos, de fato, promissores, como os de que a educação brasileira carece. Na verdade, o preocupante é a possibilidade de adoção desses LDD nas salas de aula sem o devido processo de avaliação por parte dos sujeitos responsáveis diretamente envolvidos com eles. Já há relatos de escolas que, por falta de um planejamento diferenciado para lidar com esse novo contexto, por omissão no processo de avaliação dos materiais e por despreparo das equipes pedagógicas, adotaram os LDD num ano, mas deixaram de adotá-los no ano subsequente.

Ora, como então podemos integrar, de forma harmoniosa, esse recurso digital, que pode apresentar tantas potencialidades educacionais e, de fato, apontar a nos um caminho para a melhoria dos processos educacionais? Esse trabalho surge com a intenção de contribuir com um elemento primeiro desse processo: o ato da escolha do material didático, que norteia os trabalhos ao longo de todo o ano letivo.

No Capítulo 1, a partir da revisão bibliográfica, buscamos visualizar a problemática em que a nossa pesquisa se insere: o uso das Novas Tecnologias de Informação, Comunicação e Expressão (NTICE) nos contextos educacionais a partir do

final do século XX. Graças ao surgimento e popularização do computador e da Internet, vários novos recursos educacionais estão cada vez mais presentes nas salas de aula, em especial durante o ensino de Física.

Apresentamos, em contrapartida, um dos elementos mais clássicos da lógica escolar: o livro didático. A sua forma não mudou muito ao longo dos anos, mas está agora prestes a sofrer uma desconstrução no seu conceito físico. A caracterização do que é o “livro didático”, bem como alguns critérios que o avaliam, também são apresentados no Capítulo 1.

Com base nas revisões bibliográficas, no Capítulo 2 descrevemos os objetivos gerais e específicos desta pesquisa. No Capítulo 3, o referencial teórico nos dá suporte para entender o LDD como um resultado tanto da transposição didática, quanto das características de um *hipertexto*.

O Capítulo 4 apresenta a metodologia desta pesquisa, em especial a consolidação dos critérios de avaliação do LDD a partir dos referenciais teóricos, apresentados no Capítulo 3, nosso objetivo geral. Esses critérios serão separados em dois parâmetros, que acreditamos poder nortear o trabalho dos docentes no processo de avaliação dos recursos interativos e de expressão do LDD, sem apresentar, no entanto, um modelo utópico e ideal. Apenas são apresentados critérios para que os docentes possam debruçar-se no processo de avaliação com mais segurança. Além da descrição da elaboração dos critérios, fazemos uma aplicação teste desse instrumento na avaliação de obras digitais utilizadas em algumas escolas da cidade de Brasília.

Esperamos com este trabalho contribuirmos para a comunidade docente no que tange à definição de um LDD e ao estabelecimento/adaptação de critérios que

possam ser utilizados por qualquer interessado no processo de avaliação desses materiais. O LDD estará, em breve, disponível em maior quantidade, exigindo, pois, uma forma criteriosa de avaliação e posterior escolha de um recurso didático.

CAPÍTULO 1 – JUSTIFICATIVA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o rápido desenvolvimento e disseminação das tecnologias nas sociedades, foi exercida uma pressão sobre a “estrutura dura” da escola nas últimas décadas. Elementos que outrora representavam essa sólida hegemonia —o professor concentrando em si todo o saber e os procedimentos didáticos, ou ainda o livro didático assumindo o papel de orientar linearmente a transmissão do conteúdo, dentre outros — foram, em sua maioria, colocados em xeque ante as revoluções tecnológicas vividas nos últimos anos.

Nesse sentido, qual o (novo) papel dos docentes ante um grupo de estudantes que, com um clique no *mouse* ou um toque de dedos na tela, tem acesso a grande parte do conhecimento ensinado, mesmo que de forma não sistematizada? Ou, ainda, qual é o papel que o livro didático assume, em concorrência/parceria com essas novas tecnologias portáteis, tais como smartphones ou *tablets* que, dentre outras vantagens, permitem uma varredura mais ampla (e muito mais interessante para os estudantes) quando comparada à rigidez editorial de um livro?

Essas são questões que esse trabalho não terá a pretensão de esgotar, mas de buscar pistas a respeito dessa nova relação entre o ensino na atual conjuntura tecnológica, presente em parte das salas de aulas brasileiras, particularmente as das escolas privadas.

É difícil de precisar quando essa revolução tecnológica começou. Boa parte dessas modificações surgiu com a entrada de mídias nas nossas vidas, como a televisão e o rádio, que traziam a informação envolvidas pelo *marketing*. O conhecimento passou a ser apresentado por essas mídias, mesmo que de forma não sistemati-

zada e intencional como nas escolas, e permitiu que muitos estudantes passassem a ter uma nova fonte de referência, para além dos livros, da família e dos professores.

A partir da década de 1990 do século XX, com a disseminação dos computadores e da Internet, a informação passou a chegar com mais facilidade aos jovens, apresentando-se agora em uma forma mais atrativa que a dos meios tradicionais. Em poucos minutos de busca, tem-se acesso a uma quantidade de informações sem o devido tratamento pedagógico sugerido para o educando.

Muitos docentes, a partir desse momento, passaram a resistir (em alguns casos, até a repudiar) ao uso dessas tecnologias em sala de aula, mantendo a forma tradicional de “transmissão do saber”: ainda pelo uso do giz e pela leitura do seu manual de professor.

A instituição escola não soube lidar com esse avanço de tecnologia e com a pressão naturalmente exercida pela sociedade para que fosse ensinado ao professor como explorar e usar tais recursos.

O processo de evolução desses recursos é veloz, assim como a sua disseminação. Recentemente, os computadores deixaram de ser um bem de consumo caro e inacessível para serem considerados quase como eletrodomésticos comuns. Em atendimento a essa necessidade, as escolas, visando também a possibilidade de facilitar o processo de ensino e aprendizagem pelos recém-criados *softwares* educacionais, equiparam laboratórios de informática. Como resultado desse processo, a tecnologia educacional começou a entrar nas salas de aula de forma gradual, a partir de suas periferias, exigindo um novo olhar dos agentes envolvidos na educação.

Televisões, DVD *players*, computadores e *datashow* começaram a fazer parte do cenário escolar.

É evidente que num país de imensas desigualdades como o nosso, é utópico afirmar que todas as escolas estão equipadas com essas tecnologias tão comuns nos grandes centros urbanos.

Em 1997, o Governo Federal lançou o Programa Nacional de Tecnologia Educacional (Proinfo) objetivando instalar 100 mil computadores nas escolas públicas do País. Estatísticas recentes mostram que, atualmente, quase metade das escolas públicas não possui sequer uma máquina instalada e mais de 90 mil delas não possuem conexão com a Internet. A realidade fica mais dura quando se contabiliza quantas escolas públicas possuem computadores instalados em sala de aula: em torno de irrisórios 4% das escolas das capitais (MEIRELES, 2012).

Há outros projetos do Governo mais recentes, como o programa Um Computador por Aluno (UCA)¹, que consiste na distribuição de *laptops* a alunos e professores; reestruturação do espaço físico da escola para acesso à Internet; e programas de capacitação de professores e gestores escolares sobre o uso de tecnologia em ambiente escolar. Até 2012, menos de 2% dos estudantes haviam recebido o *laptop* educacional por intermédio de programas como o UCA (CIEGLINSKI, 2012).

Em 2011, o Governo Federal lançou edital para a compra de 900.000 *tablets* educacionais que serão distribuídos nas escolas de todas as regiões do País a partir do ano de 2015 (BRASIL, 2011). Esses equipamentos armazenarão os livros escolares disponibilizados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), agora em

¹ Programa originalmente apresentado pelo governo brasileiro no Fórum Econômico Mundial em Davos, no ano de 2005. Mais informações podem ser obtidas no portal <www.uca.gov.br>.

versão digital. Essa iniciativa não tem precedentes no Brasil e é comparado apenas ao processo de inclusão digital que ocorre na Coreia do Sul desde 2005². Conforme assevera Ciegliniski (2012), a intenção do MEC, ao lançar edital de compra de *tablets* com finalidade educacional, foi a de “complementar as tecnologias existentes na escola”.

Apesar dessa realidade defasada em relação à implementação e ao uso das NTICE nas salas de aula do nosso País, não vemos em descrédito a pesquisa nas áreas de tecnologias educacionais por alguns motivos. Primeiro, o acesso a essas máquinas tem sido cada vez mais facilitado, pois o valor de mercado para um computador básico, capaz de atender às demandas escolares, está em constante queda. Ademais, como já citado, o Governo Federal no edital de licitação para o ano de 2015 do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) destinado para a compra dos materiais didáticos a serem distribuídos na rede pública de todo o país, já solicita aos editores a elaboração de “obras multimídias”, compostas de livros digitais e impressos. Isso significa que, “a partir de 2015, o aluno do ensino médio da rede pública poderá acessar seu livro didático em um *tablet* ou computador” (FOREQUE, 2013). Ou seja, fica clara a intenção de prosseguir e acelerar a inserção dos recursos tecnológicos (inclusive dos mais modernos) nas salas de aula.

Algumas críticas têm sido lançadas a respeito do programa de distribuição de *tablets* a professores da rede pública. A principal delas está calcada no insucesso da instalação de laboratórios de informática educacional nas escolas públicas do País e também na ineficácia de programas semelhantes, como o Um Computador por Alu-

² O país sul coreano é reconhecidamente um dos mais avançados no campo educacional do mundo, e atingiu essa marca, em grande parte, graças aos pesados investimentos feitos à carreira docente e à infraestrutura dessa área. Desde 2005, o governo passou a investir fortemente em tecnologia da informação e comunicação nas escolas, prometendo digitalizar todo conteúdo do currículo até 2015.

no (UCA), de 2009, que adquiriu 574 mil *laptops* por meio de pregão. Como citamos na página 20, esse número, no entanto, representa menos de 2% da quantidade de alunos matriculados nos níveis fundamental e médio das escolas públicas brasileiras (CIEGLINSKI, 2012). Soma-se a isso a lenta revolução na prática didática dos docentes que, ainda nos cursos de formação, recebem pouca instrução sobre o uso dessas tecnologias nas salas de aulas.

O processo de democratização dessas tecnologias por intermédio da ação estatal tem sido lento, mas se sabe que essa realidade já começou a mudar nas redes de ensino público do País.

Seria leviano afirmar que a dificuldade encontrada pelo governo para licitar e entregar os dispositivos tecnológicos aos estudantes os tem impedido de ter acesso a essas tecnologias em suas vidas cotidianas. Mesmo em escolas públicas, nas periferias das grandes cidades, encontrarmos alunos que possuem os chamados *smartphones* ou computadores em suas casas, inclusive com acesso, ainda que limitado, à Internet. De fato, a democratização da informática tem alcançado as classes economicamente menos favorecidas.

Nessa breve discussão, tomamos a liberdade de não incluir os estudantes das escolas particulares, geralmente frequentadas pelas parcelas economicamente mais favorecidas da população. Não podemos generalizar e considerar que somente esse público tem privilégios econômicos que justificam o foco dessa pesquisa. Ponderamos, no entanto, que por possuírem, em geral, melhores condições econômicas, a presença dos recursos tecnológicos é mais frequente nos grupos mais favorecidos.

Graças aos avanços nas tecnologias de informação e comunicação, a estrutura tradicional e secular da escola, alheia (ou quase) às transformações da sociedade que a margeia, é vista como "atrasada" e desinteressante por parte do público escolar. Boa parte dos jovens acaba por ver a sala de aula como um lugar tedioso e distante da sua realidade tecnológica cotidiana, já que esses aparelhos oferecem, por conta de seus recursos interativos, muitos outros destinos para a atenção, o que alguns educadores consideram como distrações.

A comunicação pela Internet chega a substituir a comunicação face a face, outrora forma predominante de expressão. A nova realidade tem exigido de professores e gestores escolares, o conhecimento dessa tecnologia para que, avaliando suas potencialidades, seja possível destiná-las, com planejamento, a função pedagógica de facilitar o aprendizado.

O *livro didático digital* (LDD) foi apresentado nesta década como um recurso capaz de substituir os livros didáticos no formato tradicional. Ele se baseia na tecnologia móvel dos *tablets* e/ou dos *smartphones*, trazendo informações de conteúdos em várias formas de linguagem, e não apenas a verbal e a não verbal, como vigoram nos livros desde a época de Gutenberg, mas também outros objetos educacionais como tutoriais, jogos educacionais, animações, vídeos, áudios, infográficos, páginas da *web* e outros elementos (BRASIL, 2013).

Muito embora os LDD sejam novos no contexto educacional brasileiro, outras experiências têm sido feitas em países como os Estados Unidos e a Coreia do Sul, essa última conhecida mundialmente pelos rápidos avanços sociais nas últimas décadas, creditados a uma modernização e valorização significativa da educação.

No contexto brasileiro, o LDD surgiu no início dessa década, graças à disseminação das plataformas digitais móveis, os *tablets*. Esses dispositivos congregam avanços em *software* e *hardware* que possibilitaram, em menor escala e ainda com alguma limitação, a existência de um "computador portátil". Alguns autores e editoras de materiais didáticos enxergaram a possibilidade de usar os *tablets* como suporte para o livro didático.

As primeiras tentativas, no caso particular da Física, em âmbito nacional, ocorreram por iniciativa das grandes editoras (Moderna e Saraiva) e dos grandes sistemas de ensino. Em âmbito local, a iniciativa foi de grupos de professores de escolas particulares que se engajaram na apropriação de conhecimentos de programação (ePub, HTML e Java) com o intuito de elaborar livros didáticos próprios.

Este pesquisador, muito embora não tenha tomado parte direta na produção de um LDD da escola onde trabalhou durante esta pesquisa, testemunhou a movimentação e os estudos feitos por seus colegas professores de Física objetivando um livro próprio para a escola. Em 2013, três das maiores escolas particulares de Brasília já anunciavam o uso de Livros Digitais.

Tivemos acesso a alguns projetos de LDD e a primeira impressão foi boa, afinal nas últimas décadas o ensino de Física tem se apropriado das tecnologias para facilitar o desenvolvimento dos conteúdos e permitir aos educandos ter uma visão simulada de muitos fenômenos.

A literatura que versa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino de Física é extensa. ESQUEMBRE, 2002; MEDEIROS; MEDEIROS, 2002; MELO, 2010 relatam os usos de computadores no ensino de Física, a partir de animações ou modelagens em *softwares* como o Modellus®.

Chamou-nos a atenção o fato de, apesar da grande potencialidade desses dispositivos, muitos dos chamados Livros Didáticos Digitais não passarem de um documento, geralmente em formato PDF, que não conjugava nenhum recurso digital relevante. Em alguns casos, nesta pesquisa, foi observado que o material didático tradicional (o livro impresso) era exatamente igual ao que fora colocado no suporte digital.

Intrigou-nos, pois, as razões pelas quais um livro no formato PDF poderia ser chamado de "digital" se não trazia consigo nenhum dos avanços tecnológicos no ensino de Física permitidos pela plataforma. Pareceu não haver uma definição clara do que deveria ser um Livro Didático Digital, pois para algumas editoras, esse seria apenas o livro tradicional alocado num suporte digital.

Este trabalho tem, como ponto de partida, a busca pela definição do LDD, ainda pouco estudado nos meios acadêmicos, o qual pertence ao conjunto de elementos de cunho tecnológico.

Algumas questões nos fizeram refletir sobre a concepção, avaliação e utilização desse novo material didático digital. Dentre essas questões, citamos as seguintes:

- Os autores de LDD estão seguindo algum referencial teórico para a elaboração, seleção e adequação dos conteúdos?
- Qual o papel que assumem os agentes educacionais (professores, estudantes e conteúdo) mediados agora por esse LDD?
- Dado o rol de materiais didáticos digitais que serão apresentados em resposta ao edital do PNLD/2015, como os professores da rede pública

(e também da particular) poderão proceder ao processo de avaliação e escolha do livro didático a ser usado nos próximos anos?

Acreditamos no potencial das tecnologias utilizadas na educação, em especial no ensino de uma disciplina tão abstrata em alguns momentos, como é a Física. De fato, todo auxílio, inclusive de ordem tecnológica, que os professores e os alunos puderem receber é, de antemão, bem-vindo. Várias são as teorias de aprendizagem que, mesmo clássicas e apresentadas antes da era dos computadores, podem ser utilizadas para justificar o uso do lúdico e das interações sociais que esses materiais digitais podem propiciar.

A necessidade de se ter contato com as discussões da comunidade científica a respeito das concepções, usos e avaliações do LDD extrapolou fronteiras nacionais. A intenção deste capítulo é apresentar o resultado da revisão bibliográfica efetuada, bem como quais foram as ferramentas e as palavras-chaves na busca por referências, além de expor algumas das dificuldades encontradas pelo pesquisador e tabular as referências bibliográficas encontradas.

Utilizamos, no levantamento das referências, as pesquisas nas bases de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), da Scientific Electronic Library (SciELO) e do Institute of Education Sciences (ERIC). Buscamos pelo sistema do Repositório Institucional e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, ambos recursos disponibilizados pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília (UnB) no seu *website*³.

Procuramos, também, pesquisar os termos nas principais revistas/periódicos de ensino de Ciências/Física, como, por exemplo, o Caderno *Brasileiro de Ensino de*

³Acessível em: < <http://www.bce.unb.br/>>.

Física, a *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, a *Física na Escola*, a publicação norte-americana *Physics Education*, a *ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências* e o periódico *Investigações em Ensino de Ciências*. Além desses, utilizamos referências disponibilizadas nos resultados do Google Acadêmico e de alguns livros físicos obtidos em *sites* de sebos e editoras, nacionais e internacionais. Para efeitos de filtragem temporal, selecionamos trabalhos das revistas citadas, bem como teses e dissertações no intervalo de tempo a partir do ano 2000 até publicações mais recentes.

Para melhor selecionar os textos que utilizaríamos nessa pesquisa, aplicamos um filtro de temporalidade (documentos com data de publicação a partir do ano 2000), mas não fechamos os olhos a documentos mais antigos, quando apareciam, passando a verificar a relevância e atualidade de seus temas. Procuramos, ainda, limitarmo-nos a artigos publicados em anais de congressos nacionais ou internacionais, em revistas científicas renomadas (dentre as quais acabamos descobrindo várias referências na *Revista Tecnologias na Educação*, *Educação em Revista*, *Computer Physics Communications*, *Educação e Pesquisa*, *European Journal of Physics*, dentre outras. Demos prioridade também a teses de doutorado e a dissertações de mestrado das principais instituições de ensino dos seus respectivos países que abordassem a problemática apresentada.

Encontramos, assim, um conjunto de artigos que nos apresentou o estado da arte sobre o uso das tecnologias digitais portáteis em sala de aula, em especial com relatos das aplicações em alguns contextos escolares.

Passamos, então, a ampliar os termos da pesquisa, buscando fontes que tratassem de *avaliação de livro didático*, *tecnologias de informação e comunicação*

(TIC), *novas tecnologias de informação, comunicação e expressão* (NTICE), *transposição didática*, *softwares educacionais*⁴ e suas respectivas traduções em inglês.

Por causa da grande quantidade de referências obtidas, foi preciso classificá-las nas seguintes categorias:

- *Livro e Comunicações* – nessa seção, classificamos os textos que se referiam à evolução que o suporte sofreu nos últimos séculos, destacando o impacto na sociedade.
- *E-Textbook* – onde foram observados os textos relativos ao LDD que mais se aproximam da nossa concepção;
- *Livro Didático* – onde foram alocados estudos e pesquisas sobre a história, os usos e a avaliação dos LD, em especial os de Física. Foram classificadas ali também os editais do PNLD e os critérios de avaliações utilizados por esse programa;
- *NTICE* – onde armazenamos trabalhos sobre o uso e avaliação das tecnologias em contexto educacional, em especial na Física; e por fim;
- *Transposição didática* – onde estão classificados os artigos, teses, dissertações e demais textos.

Outros documentos de menor importância para a elaboração desse projeto, como notícias e entrevistas, foram omitidos dessa classificação.

⁴ Termo acrescentado à pesquisa, haja vista que na concepção de um LDD coexistem elementos da programação de um software, com funções educacionais. Sendo assim, acrescentamos esse termo à pesquisa.

O foco da pesquisa bibliográfica, e do trabalho dela resultante, é o de avaliar o potencial tecnológico dos LDD no processo de ensino e aprendizagem, apropriando-nos de um referencial teórico que justifique a seleção (e os ajustes) dos conteúdos ali apresentados. Deve-se ter em mente a linguagem e a aprendizagem possibilitadas em ambiente hipertextual e, claro, a mudança da relação entre os agentes do tripé *docente - discente - conteúdo*, agora intermediados pela tecnologia. Esperamos, assim, contribuir para uma reflexão sobre a importância dessas novas tecnologias em sala de aula e, em especial, sobre como avaliá-las.

Apresentaremos os resultados da revisão bibliográfica efetuada. Costuraremos, ao longo da exposição da revisão bibliográfica, a problemática que envolve a presente pesquisa.

Iniciando pela história do suporte "livro", que levou a humanidade a uma série de mudanças comunicacionais, buscaremos aproximar a revolução digital dos livros digitais em plataformas móveis das mudanças de ordem tecnológica que a comunicação escrita sofreu nos últimos séculos. Nesse sentido, os resultados da pesquisa bibliográfica apontarão os impactos das NTICE, em especial no âmbito dos processos de ensino e aprendizagem de Física, já que é ponto pacífico que o LDD pertence a essas tecnologias.

Ao final, reforçaremos a importância do livro didático no processo educacional, cujo sucesso depende não somente da prática diária do professor, mas também (e especialmente) de um prévio trabalho de avaliação dos materiais didáticos que nortearão e darão suporte aos trabalhos pedagógicos executados.

1.1. Uma breve história do livro e das comunicações

O surgimento do livro está associado à necessidade que tem o ser humano de registrar informações e, assim, possibilitar a comunicação entre as pessoas. O meio no qual essas informações eram registradas evoluiu nos últimos milênios, partindo da pedra, passando pelas tabuletas de argila, até a chegada do papel como hoje conhecemos. Nas últimas décadas, impulsionada pela evolução das tecnologias eletrônicas, o meio pelo qual a informação é transmitida ao leitor sofreu uma mutação: das folhas de um livro às telas dos aparelhos de *e-book readers*. E, como era de se esperar, essa evolução chegou às salas de aula modernas. Após a implantação de aparelhos audiovisuais, como televisões, sistema de áudio, *datashow* e computadores, com a finalidade de facilitar e potencializar a aprendizagem do estudante, discute-se agora uma revolução num dos elementos que permaneceu perseverante em sua forma desde o século XV: o livro.

O objetivo desse tópico é discutir a evolução do livro até a forma classicamente conhecida nas bibliotecas e salas de aula (ênfatisando que não se pode dizer ser essa a sua forma final). Com base na revisão de livros, trabalhos e artigos científicos que tratam do tema, buscou-se caracterizar o trajeto das revoluções (e evoluções) que a comunicação escrita sofreu ao longo dos tempos, globalizando e concretizando a informação. Ao final, far-se-á um paralelo com o atual momento de mudanças trazidas pela tecnologia. Será que estamos, de fato, vivenciando uma revolução na transmissão do conhecimento, no mesmo patamar daquela que a prensa de Gutenberg encabeçou no século XV?

1.1.1 A evolução: da pedra ao papel.

Como observou Katzenstein (1986) a partir do trabalho de Silva (2012), a natureza tem provido o homem desde sempre com material em abundância para registrar fatos e pensamentos: pedra, areia, mineral, madeira, casca e folha de árvore. Foi nesses meios primitivos e naturais que as primeiras informações foram registradas em símbolos e transmitidas aos pares, permitindo a caracterização de uma comunicação. Não trataremos aqui do que estava sendo comunicado, ou da simbologia própria utilizada. Nosso foco é a evolução que o meio transmissor dessa informação sofreu com o passar do tempo.

Katzenstein (1986, apud SILVA, 2012) acrescenta também que os materiais utilizados como suporte de escrita sofreram uma evolução, com acertos e equívocos, durante muito tempo. O barro e a argila foram eleitos os primeiros meios pelo qual a escrita se disseminou: eram abundantes e moldáveis. Na argila, por exemplo, desenvolveu-se uma das formas de texto mais importantes da Antiguidade: a escrita cuneiforme dos sumérios.

Na linha temporal da evolução do meio pelo qual as pessoas registram e transmitir informações, um novo elemento se destaca, principalmente pela leveza e facilidade de se manusear, quando comparada às tabuletas de barro ou argila. Villas-Boas (2000, apud SILVA, 2012) recorda que o papiro surgiu no Egito, aproximadamente em 3000 a.C. Esse material era obtido a partir do caule de uma planta chamada Arundinária, abundantemente encontrada às margens do rio Nilo. O processo de elaboração de um papiro era complexo:

O processo de elaboração do papiro começa pela retirada da casca externa do caule triangular da planta, rasgando-a ou desfibrando-a no sentido do comprimento. Uma camada de fibras é colocada sobre outra, são cruzadas e batidas com um macete de madeira até que fiquem firmemente coladas.

Depois de seco, o produto é alisado com uma pedra e pode-se escrever sem que a tinta escorra. É feita uma folha de cada vez. Emendando-se uma folha à outra, formava-se um rolo, que, de regra, tinha vinte folhas (KATZENTIN, 1986, p.174, *apud* SILVA, 2012).

Com o passar do tempo, percebeu-se que o papiro tornava-se quebradiço, o que colocava as informações ali contidas em risco. Ficou evidenciada sua fragilidade. Além disso, o papiro só suportava a escrita em um dos lados, o que tornava a obra demasiadamente extensa (VILLAS-BOAS, 2000, *apud* SILVA, 2012).

Segundo Mesquita e Conde (2008), foi no século XI a.C. que o pergaminho, produzido a partir de couro animal, sendo, portanto, mais fácil de ser obtido, substituiu o papiro.

Após o século I da era cristã, folhas de pergaminho passam a ser agrupadas em páginas sequenciadas, costuradas e amarradas a tábuas de madeira, que funcionavam como capa — e que, por vezes, eram ornamentadas — dando origem aos primeiros livros. (MESQUITA; CONDE, 2008, p.2)

Um fato curioso associado à história do livro é que a sua matéria prima, o pergaminho, não estava economicamente disponível a todos. Uma pequena parcela da população, os chamados amanuenses ou copistas, detinham apuradas técnicas manuais e investimentos suficientes para elaborar um livro, além de pertencerem às poucas classes sociais letradas à época: a nobreza e o clero. Destaca-se na Idade Média esse trabalho de cópia manual nos pergaminhos, primordialmente de textos religiosos, que levava meses para ser concluído e era executado por monges exclusivamente dedicados a esse trabalho. Seus livros vinham envoltos de precisão e adornados de belos recursos gráficos, todos feitos à mão ('manuscrito'). Cópias desses trabalhos eram caras e escassas. Associado à falta de letramento da grande parcela da população, o conteúdo desses livros ficava em posse dos clérigos e dos nobres. Caracterizava-se, assim, também um monopólio na detenção do conhecimento. Essa condição só veio a ser alterada a partir do século XII, na

Europa, com a ascensão de uma burguesia letrada interessada em textos diversos e com a criação das universidades.

Ainda assim, tecnicamente o pergaminho apresentava inúmeras vantagens quando comparado ao papiro, principalmente no que concerne à resistência. Podia receber escrita dos dois lados, otimizando o espaço e o peso do conjunto de obras. Foi somente próximo ao século XII que a hegemonia do pergaminho foi ameaçada por um novo material de origem oriental, muito mais fácil e econômico de produzir, como nos lembram Mesquita e Conde (2008): o papel.

Essa tecnologia antiga oriental, datada do século II da era cristã, demorou a vingar na Europa, ocorrendo apenas no século XII. Além disso, a popularização da escrita e da leitura naquele século reafirmava a necessidade de um material mais econômico e menos elaborado que o pergaminho (MESQUITA; CONDE; 2008). O processo de produção do papel, a partir da matéria prima vegetal, é elaborado:

Estas eram batidas na água, para separar suas fibras, resultando numa polpa bastante diluída que era apanhada numa fôrma semelhante a uma peixeira. À medida que se erguia a fôrma, a água escoava, deixando uma camada de fibras; esta camada era retirada da fôrma e posta para secar e tornava-se a folha de papel. Fazia-se, então, o acabamento, de acordo com a finalidade a que se destinava (KATZENSTEIN, 1986, p.210, *apud* SILVA, 2012).

Registra-se o início tímido do uso do livro, mesmo antes da invenção da prensa. Nessa época, em que livros eram raros, os próprios estudantes produziam seus cadernos de texto (FREITAS; RODRIGUES, 2007). Pondera Almeida (2007) que as várias mudanças na sociedade no final do século XIV, como a descoberta do Novo Mundo e a Reforma Protestante, propulsionaram a necessidade de informação.

Mesquita e Conde (2008) destacam o acontecimento que mais marcou a história no século XV: Johannes Gutenberg⁵, em 1448, aprimora o projeto de uma prensa de tipos (caracteres) móveis, sendo essa a primeira impressora.

Letras de chumbo, uma a uma, eram montadas em palavras, linhas e páginas podendo ser substituídas quantas vezes fosse necessário — o que possibilitou a correção de erros e o reuso dos tipos. A velocidade de produção dos registros torna-se superior à dos manuscritos e de melhor qualidade. O livro finalmente ganha o aspecto que tem hoje e a nova forma de produção ocasiona um barateamento e uma consequente popularização do novo material. (MESQUITA; CONDE, 2008, p.2).

Claramente um processo dispendioso na atual percepção editorial, a prensa de Gutenberg possibilitou a rápida elaboração dos livros textos, condensadores do conhecimento obtido à época, e que eram transmitidos por meio do demorado e limitado trabalho dos monges copistas. Marques de Melo (2003, apud ALMEIDA, 2007) esclarece que “a procura de livros, nas cortes do Renascimento e nas universidades, atingiu proporções tais que os copistas não tinham condições para atender todas as solicitações”. De fato, uma revolução apontava-se no horizonte: a dos meios de informação.

Essa não excluiu imediatamente os trabalhos manuscritos, cuja eficácia havia sido colocada em xeque pela prensa de Gutenberg. Adequadamente observam Vechi e Mignot (2011) que, apesar da máquina tipográfica de Gutenberg ter permitido uma revolução nos métodos de reprodução de livros, a arte gráfica não se tornou, de imediato, independente da arte manuscrita. As ilustrações e gravuras ainda dependiam dos trabalhos de iluminadores, que pintavam letras capitulares e miniaturas. O corretor, ou emendador (similar ao atual revisor), que acrescenta os

⁵ O termo foi reduzido do nome original: *Johannes Gensfleisch zur Laden zum Gutenberg*. Alemão da cidade de Mogúncia é atribuída a ele o aprimoramento e a popularização da prensa de caracteres móveis, publicando seu primeiro livro, uma cópia da Bíblia, em 1455, em Estrasburgo na Alemanha.

sinais gráficos (VECHI; MIGNOT, 2011) ainda precisava fazer um trabalho detalhado e manual.

O livro impresso procurou instintivamente “continuar” o livro manuscrito, ao invés de substituí-lo, tanto por parte da imprensa como em partes do próprio texto. Porém, o livro impresso vinha para satisfazer, melhor que o manuscrito, às suas finalidades. (RIBEIRO et al., 2007)

Como já registrado por Mesquita e Conde (2008), Gutenberg aproximou, com auxílio da prensa, o livro das camadas menos favorecidas da sociedade europeia do século XV. De acordo com Silva (2012), “os livros eram caros, vistos como obra de arte pela população e, conseqüentemente, quem tinha acesso era a elite e o clero”. A sua invenção barateava o custo de produção desses, permitindo que mais pessoas tivessem acesso a eles.

Na fronteira com a educação, “com os livros impressos, houve também uma maior disseminação do hábito de leitura e de escrita, aproximando a cultura ao alcance das classes sociais populares” (RIBEIRO et al., 2007). A democratização do conhecimento tinha sido iniciada, com a criação das primeiras universidades e a formatação deste nas páginas do livro impresso.

Concluimos que o livro foi o elemento que possibilitou o registro do conhecimento de forma estruturada e precisa. “Como difusor de ideias e de pensamento, o livro impresso foi fundamental para expandir diversos saberes” (RIBEIRO et al., 2007).

Esse mecanismo tornou-se hegemônico nos séculos seguintes, fazendo parte da cultura da sociedade contemporânea. Como bem enfatiza Silva (2012), “O monopólio impresso perdura até os dias atuais, sendo o principal suporte de aprendizagem e disseminador de informações”.

Otras mídias foram criadas nos moldes da reprodução em massa de material impresso por prensas de Gutenberg e seus posteriores aperfeiçoamentos. Destacamos que a imprensa como conhecemos hoje surgiu no bojo da democratização da informação favorecida pelo baixo custo de produção do material pela invenção de Gutenberg. Teve, no entanto, seu desenvolvimento alavancado em meio à Revolução Industrial, quase dois séculos após o aperfeiçoamento da prensa. Apesar de velocidade de produção, a prensa ainda demandava um trabalho semi-manual, já que exigia o posicionamento dos tipos para a reprodução. Bem conclui Almeida (2007), referindo-se a Thompson (1995) que:

A expansão rápida das técnicas de impressão nos principais centros comerciais europeus deve ser considerada como “fato que se constituiu no alvorecer da era da comunicação de massa”. (THOMPSON, 1995, p.231, *apud* ALMEIDA, 2007, p.32).

Apresentamos, em seguida, como o livro foi bem acolhido pelas sociedades em geral, sendo este e a tecnologia da prensa alguns dos ícones das revoluções culturais que transformaram a sociedade passiva e sem informação da Idade Média naquela informada e crítica da Era Moderna. Nas palavras de Mesquita e Conde (2008):

Ele [o livro] consiste em um registro gráfico de informações, não periódico, capaz de ser estudado ou interpretado e com profunda significação cultural. As manifestações gráficas ao longo da história da humanidade passaram por diversos estágios até chegar à forma atual do livro e a evolução desses processos reflete características socioeconômicas e culturais de suas épocas. (MESQUITA; CONDE, 2008, p.1).

Mais uma vez, no campo educacional, o livro passou a ter uma importância ímpar ao apresentar, de forma organizada e sequenciada, os conteúdos que seriam ministrados pelos professores. Muito embora essa fosse uma função didática, nos seus primórdios, os livros didáticos, entendidos como manuais pedagógicos, não eram publicações utilizadas exclusivamente pelos professores. Uma definição de

livro didático foi dada por Stray (1993, p.77-78, apud FREITAS; RODRIGUES, 2007, p.2), quando afirma que o livro didático pode ser definido como um produto cultural composto, híbrido, que se encontra no “cruzamento da cultura, da pedagogia, da produção editorial e da sociedade”. Freitas e Rodrigues (2007) ainda localizam a origem do livro didático na cultura escolar, mesmo antes da invenção da prensa no final do século XV.

1.1.2 O livro pertencente à cultura humana.

Uma conclusão diferente nos parece impossível: o livro foi elevado ao mais alto dos patamares de importância. Revoluções na Europa foram fomentadas e acompanhadas pelas letras impressas da invenção de Gutenberg, constantemente aprimorada ao longo dos tempos. Mais intensamente a partir do século XV, as bibliotecas (agora mais difusas e preenchidas graças à praticidade do livro) passaram a ser vistas como o local onde há o armazenamento do conhecimento de várias gerações anteriores. E não somente de conhecimento científico, como bem nos lembra Schilling (2002, *apud* RIBEIRO et al., 2007):

Ele abriu-se também aos sentimentos de todos. Homens e mulheres em todas as fases históricas que desde então se sucederam, passaram a ver nele, no livro impresso, o mais extraordinário caminho para expor aos outros suas aventuras, seus sonhos e paixões, fazendo com que a literatura, desde então, deixasse de ser uma arte aristocrática e cortesã, para tornar-se um instrumento da universalização da humanidade. (SCHILLING, 2002, *apud* RIBEIRO et al., 2007).

Mudanças culturais foram observadas: “o surgimento da imprensa estimulou a procura pela privacidade, contribuindo para a divulgação da reivindicação de direitos e liberdades individuais”. (RIBEIRO et al., 2007). A rapidez com que o conhecimento era disseminado reforça a revolução cultural já iniciada.

No entanto, destacamos que essa transição de manuscrito para impresso não foi imediata: a aparência e as ilustrações ainda eram feitas manualmente. Ribeiro et al (2007) apontam que a prensa de Gutenberg acelerou uma revolução cultural.

O entusiasmo com o livro impresso é tão grande que as novas edições estão cada vez mais modernas, perdendo a aparência de manuscrito que mantinham originalmente, conquistando cada vez mais consumidores para o livro impresso. (RIBEIRO et al., 2007, p.5).

Não tardou que a tecnologia de imprensa estivesse automatizada após a Revolução Industrial. Destacam Mesquita e Conde (2008, p.2) que a prensa de Gutenberg, surgiram novas e mais eficientes formas de impressão até se chegar ao que temos hoje. A tecnologia da imprensa engrenou a Reforma Protestante, que teve seu sucesso em boa parte pela velocidade com que as publicações das 95 teses de Martinho Lutero atingiram a Alemanha e posteriormente toda a Europa. Além disso, nas universidades e academias, a Revolução Científica foi levada também pelas páginas de publicações impressas e velozmente espalhadas na Europa. Não podemos deixar de citar, como exemplo, as publicações revolucionárias de Copérnico, em *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Sobre a Revolução das Esferas Celestes), publicação que semeou ideias sobre um novo sistema de Universo que se contrapunha ao modelo em voga por séculos. O grande impacto de suas ideias foi difundido nas páginas de livros, secretamente manufaturados.

Muito embora estivesse ocorrendo uma maior disseminação dos conteúdos pelos livros e das informações pela imprensa, a linguagem apresentada ainda não atingia a todos os leitores. Em muitas publicações técnicas e científicas até o século XVII, a língua impressa era o latim, que se distanciava da língua vernácula dos leitores e assumia o papel de uma “língua internacional”. Esse distanciamento mostrou-

-se como uma grande limitação do acesso dos povos ao trabalho científico publicado em livros.

Um ponto de ruptura acontece com Galileu Galilei, em 1632, ao publicar, em italiano e na forma de um diálogo acessível a todos, o seu livro intitulado *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo). Esse livro, fato marcante para sua condenação pelo Tribunal do Santo Ofício, joga luz em um aspecto fundamental das publicações: a despeito de toda evolução feita na tecnologia, faltava ainda a (r)evolução da linguagem e da forma como o conteúdo é apresentado ao leitor. Galileu teve suas ideias difundidas veloz e eficazmente por ter escolhido adequadamente o meio de divulgação (o livro impresso) e o canal adequado para as massas (a língua materna).

Apenas para acrescentar mais um papel decisivo da evolução tipográfica encabeçada por Gutenberg, a Revolução Francesa no final do século XVIII, grande marco do declínio da Era Moderna e ascensão da Era Contemporânea, foi intensamente instigada pelo papel das publicações de imprensa da época, que faziam oposição ao governo absolutista de Luiz XVI.

Em suma, os livros (e demais publicações) estiveram do lado das sociedades nas grandes revoluções que se desdobraram a partir do século XV. É pretensioso dizer que toda a movimentação de informação aconteceu nas folhas de livros e publicações periódicas. A força da comunicação oral, herdada das tradições romanas⁶, forma um discurso oral linear (VECHI; MIGNOT, 2011).

⁶ Para um relato mais detalhado, ver ALMEIDA (2007) e RIBEIRO et al. (2007).

1.2. O livro didático.

Na categoria *Livro Didático*, destacamos o trabalho de Leite et al. (2011), onde se apresenta o estado da arte de textos com o objeto LD, a partir de periódicos especializados. Foi verificado que a maior preocupação dos autores estava em detectar os erros conceituais presentes nos livros didáticos, analisando também a linguagem e a metodologia. Tão importante quanto esse resultado foi a constatação da baixa produção de artigos que se propõem a investigar as políticas públicas para o livro didático, bem como daqueles que se preocupam em entender as relações que os sujeitos escolares estabelecem com esse objeto de estudo.

Buscamos na origem do LD elencar suas atribuições, características e evoluções, bem como sua importância no processo de ensino e aprendizagem escolar e sua avaliação.

Assim como as demais publicações, o livro didático (LD), cujo surgimento se deu na Alemanha, em 1583, sofreu grandes modificações. Paulino (2009) recorda que o LD surgiu para contrapor-se ao ensino cristão hegemônico até o século XV. Todas as publicações, até então, passavam pelas mãos de monges copistas, o que de fato favorecia a seleção e adequação dos conteúdos e textos publicados. O livro didático serviu, a princípio, como complementação de livros clássicos, e reforçava a aprendizagem, baseada na memorização reproduzindo valores da sociedade, divulgando as ciências e a filosofia (SOARES, 2002), numa mera perspectiva de transmissão do saber.

Num trabalho de revisão sobre a história dos livros didáticos, Choppin (2004) mostra que, apesar das várias pesquisas feitas nos últimos anos a respeito do LD, todas elas comutam da mesma dificuldade na definição do que é um 'livro didático'.

Adotaremos a definição de LD, ou publicação didática, como sendo um instrumento que, apresentando os mecanismos básicos de comunicação por texto e imagem (essas últimas manifestadas no caso da publicação impressa), favorece o processo de ensino e aprendizagem e a apropriação de conteúdos escolares por parte do educando. Possui, também, grande relevância na formação sociopolítica dos estudantes e no desenvolvimento intelectual (PAULINO, 2009).

Santos (2006), em seu trabalho de levantamento e sistematização de critérios para avaliação de livros didáticos de Química, acrescenta que “o LD apresenta-se como um recurso didático que sintetiza a produção científica, transpondo e adequando-a aos alunos, de acordo com valores psicopedagógicos” (p.50).

Ainda na atualidade, o LD assume real importância nas práticas pedagógicas das escolas, em todos os níveis socioeconômicos. Em defesa dessa ideia, Paulino (2009) especifica o LD como um "elemento de referência do processo de ensino-aprendizagem", mas também como

um instrumento pedagógico que favorece o desenvolvimento intelectual e a formação sociopolítica do aluno, além de transferir os conhecimentos orais à linguagem escrita. Em algumas situações, o livro didático acaba se tornando única fonte e meio de informação para alunos e professores. (PAULINO, 2009, grifo nosso)

Essa amplitude de ação do LD, para além da mera transmissão do conteúdo, foi reforçada nos Parâmetros Curriculares Nacionais, de 2002. Santos (2006) explica que "a formação da cidadania é um dos critérios considerados pelo Ministério da Educação (MEC) para avaliação do LD" (p.19). Para a autora, os LD de Química devem se aproximar da concepção de ensino de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), tendência mundial desde a década de 70. Conclui que o LD não deve apenas

se "limitar a conteúdos desvinculados da realidade da clientela da escola pública e das suas características regionais" (p. 21).

Na pesquisa de Frison et al. (2009) em um grupo de professores e estudantes de Ciências a respeito da importância atribuída ao LD, há o destaque que o LD "se constitui em um dos materiais didáticos e, como tal, passa a ser um recurso facilitador da aprendizagem e instrumento de apoio à prática pedagógica". Essa importância é valorizada também em Garcia et al. (2007), ao apresentar pesquisas em história da educação que os têm classificado como "constituidores dos modos de educar da sociedade brasileira ao longo dos anos, dando-se grande ênfase ao estudo dos métodos didáticos e das metodologias específicas dos conteúdos escolares".

Moraes (2011) lembra em seu artigo que o Livro Didático de Física desempenha importância fundamental no Ensino de Física principalmente na Educação Básica, sendo a principal referência e local de acesso aos conteúdos. Faz uma análise das relações que existem entre o livro didático de Física e o ensino desta disciplina, resgatando as origens tanto da disciplina quanto do uso do livro didático

Bittencourt (2004) revela, em seu artigo sobre a história das publicações didáticas no País, o papel dos autores dessas obras. Observa que "o LD traz, desde sua origem, uma ambiguidade no que se refere ao seu público. O professor é a figura central, mas existe o aluno. O LD não pode separá-los". Observa também que os LD eram, até a segunda metade do século XX de uso exclusivo do professor, e que passou a ser pensado para "ir diretamente para as mãos dos alunos". Essa demanda de transformação e aperfeiçoamento da linguagem dos LD exigiu que os agentes envolvidos em sua concepção (autores e editores) atendessem essa nova demanda.

As ilustrações começaram a se tornar uma necessidade, assim como surgiram novos “gêneros didáticos”, destacando os livros de leitura e os *livros de lições de coisas*, não se limitando mais a compêndios e cartilhas. (BITTENCOURT, 2004)

Ainda em Bittencourt (2004), destaca-se que, dentre os desafios impostos aos LD a partir da segunda metade do século XX, estava o "de elaborar textos e atividades que pudessem mesclar narrativas e 'atividades' de aprendizagem, compondo as relações de ensino e aprendizagem".

A valorização das experiências pedagógicas do escritor passou a ser fortemente considerada por parte dos editores como critério de escolha dos autores. Da mesma forma, a seleção destes voltava-se para os que acompanhavam os avanços pedagógicos dos países onde a alfabetização se estendia para uma população cada vez maior. A qualidade principal, entretanto, exigida do autor de livro didático para a escola elementar, era sua capacidade de “bom escritor”, ou seja, possuir qualidades literárias para atingir a especificidade de um público infantil e juvenil. (BITTENCOURT, 2004)

É comum a todos os trabalhos o reconhecimento da importância pedagógica que o LD apresenta nos ambientes escolares. A partir dessas leituras, foi possível traçar uma definição (longe de ser definitiva) de LD, ou publicação didática. Apresentamos, por ora, uma definição de LD como um instrumento que, apresentando os mecanismos básicos de comunicação por texto e imagem, favorece o processo de ensino aprendizagem e a apropriação de conteúdos escolares, a partir da prática da contextualização do conhecimento científico, e que incentive a "integração desses com outras áreas de conhecimento" (SANTOS, 2006, p. 22).

É importante destacar que, para muitas comunidades escolares, o LD se torna de fato a única fonte de informações e referências. De acordo com Garcia (2009, p. 6), em pesquisa feita com professores de Física, a maioria dos participantes referiu-se ao planejamento das aulas com atividades em que o LD estivesse presente. Neles os professores buscam referências, exercícios e experimentos para o trabalho com os alunos, destacando as orientações metodológicas contidas nos “manual do

professor”. Esse fato releva a importância do LD como um meio pelo qual não somente informações são apresentadas, mas também como um norteador das práticas pedagógicas desenvolvidas nas escolas e nas comunidades. Assim sendo, busca-se um material atual, conectado às questões sociais e que contextualize o conhecimento trabalhado em suas páginas.

Surge, dada essa particularidade, algumas questões: como elaborar uma obra que aborde as particularidades de uma comunidade? Como fazer um material didático ser atual, se a velocidade das mudanças e transformações é rápida e não homogênea a todos? Seria necessário um LD mutável, que promovesse o leitor (aluno e professor) ao *status* de coautor e que fosse, de fato, um meio pelo qual o conhecimento pudesse ser desenvolvido, não apenas apresentado.

Será que o LD, na forma tradicional e linear em que se apresenta, será capaz de responder a essas questões? Será que um programa de alcance nacional, como o atual PNLD, elenca livros sugeridos aos professores de toda a rede pública do país, que respeitem as individualidades de cada comunidade, oferecendo obras que deem conta das questões sociais, econômicas e ambientais ali desenvolvidas, articulando-os com o conteúdo científico?

Essas questões só reforçam a importância do processo de avaliação do LD. O PNLD foi implantado na década de 1980, "com a finalidade de adquirir e distribuir livros didáticos de qualidade às escolas da rede escolar pública" (BASSO, 2013, p. 1). Ainda segundo a autora, no início da execução do PNLD, na década de 90, a função do MEC era apenas a de comprar e distribuir os LD para os alunos dos anos iniciais do ensino fundamental, porém foi a partir de 1996 que houve a implementação da avaliação dos livros didáticos a serem adotados.

Em 1994, um documento intitulado *Definições de Critérios para a avaliação de livros didáticos* foi publicado pelo MEC, com a intenção de prover avaliação dos livros mais utilizados pelos professores. Resultante dessa primeira avaliação, veio à tona a existência de "preconceitos e erros conceituais graves que prejudicavam o processo formativo dos alunos" (BASSO, 2013, p. 3).

A partir de então, trienalmente, tem sido lançado um *Guia do Livro Didático*, que apresenta as obras avaliadas e recomendadas pelo MEC às escolas da rede pública do País, de todas as etapas da educação básica (anos iniciais, ensino fundamental e médio), de todas as disciplinas. Aponta Basso (2013, p.4) que a operacionalização do PNLD é dividido em 4 momentos: (1) avaliação e recomendação de LD; (2) escolha do LD por professores de escolas de educação básica; (3) envio e recebimento dos livros; e (4) utilização dos LD por professores e alunos.

Além disso, a autora critica que, em relação às categorias de avaliação a partir do *Guia do Livro Didático* de 1996, "os critérios do processo de ensino/aprendizagem são mais gerais, comuns a todas as áreas do conhecimento", não valorizando as especificidades do ensino das Ciências. A única exceção a isso foi a inserção dos critérios "Integridade física dos alunos" e "Atividades experimentais", ambos características do ensino das Ciências. Esses critérios também aparecem em SANTOS (2006) na avaliação de LD de Química.

Basso (2013) constata, por fim, que:

os critérios específicos da avaliação da área de Ciências não privilegiam os aspectos peculiares ao ensino de Ciências, a saber: concepções de natureza, matéria/espaco/tempo/processos de transformação, seres vivos, corpo humano, saúde, cotidiano e a relação CTS presentes nos livros didáticos. Isto posto, indica que esses aspectos não são vistos como relevantes para a avaliação dos LD, o que representa uma lacuna e/ou deficiência na avaliação desses materiais. (p. 9)

Essa constatação dialoga com Ferreira e Selles (2003), que expõe, a partir da determinação do estado da arte sobre trabalhos publicados que envolvem pesquisas com LD das Ciências, um excessivo número de pesquisas que abordam, em especial, a existência de erros conceituais; as dificuldades criadas por erros; e os obstáculos de entendimento da natureza das várias ciências de referência. Em defesa das publicações, as autoras argumentam que

a centralidade que os erros conceituais assumem nos referidos estudos tende a deslocar os livros de suas finalidades didáticas. Defendemos que isso ocorre porque os artigos parecem construir os seus critérios de investigação utilizando-se apenas das ciências de referência. Tal perspectiva se distancia das ideias de Chevallard (1985) e Forquim (1992), autores que dão especial atenção às singularidades do conhecimento escolar. (2003, p. 66).

Em conclusão a pesquisas feitas, Ferreira e Selles (2003) lembram que os conhecimentos científicos passam por processos de mediação didática que conferem características bastante peculiares e distintas. São, então, levadas a compreender os LD como

veiculadores desse conhecimento *sui generis*, e não de conhecimentos científicos. Afinal, tais materiais foram produzidos de modo a atender um conjunto de finalidades sociais próprias e distintas das finalidades que regem a produção nos campos científicos. (FERREIRA; SELLES, 2003, p. 67)

Podemos notar que, a partir dos trabalhos de BASSO (2013) e FERREIRA e SELLES (2003), que os programas de avaliação de LD do governo e os artigos submetidos a revistas especializadas em ensino de Ciências do nosso País, tem atribuído ênfase a critérios que exigem rigor conceitual apresentado nas obras e ao formato editorial dessas. Não discordamos de tal aspecto do LD, porém lembramos, em sintonia com Santos (2006), que "com as novas vertentes de ensino, espera-se que ele ajude a preparar os educandos para a vida, para aprender a aprender, para a formação da cidadania".

Faz-se necessário a avaliação do LD, respeitando as deformações intencionais que o conhecimento deve sofrer, para se adequar ao tempo e ao espaço escolar (LOPES, 1999 apud FERREIRA; SELLES, 2003), conceitos que se aproximam da teoria da transposição didática de Chevallard (1985). Não se abre com isso precedentes para aceitação de erros conceituais como naturais.

1.3. Novas Tecnologias de Informação, Comunicação e Expressão na Educação no Ensino de Física.

Desde o início do século XXI, os agentes envolvidos na educação, principalmente os professores, testemunharam uma revolução crescente nas salas de aula e no ambiente escolar como um todo. Chamamos de revolução, pois a instituição escola se mantém rígida há séculos e os contextos sociais modificavam-se de forma lenta. Observamos, quase sem reação, a entrada de um mundo de possibilidades tecnológicas no espaço da sala de aula, concretizadas nos recursos midiáticos de áudio, vídeo e, até mesmo, de realidade virtual e simulada.

Entendemos por Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) o conjunto de recursos tecnológicos, baseados em *hardwares*, podendo ser operados por *softwares*, e que sejam utilizadas com uma finalidade definida, aqui nos interessando a meta educacional, como por exemplo, aparelhos de TV, rádios, câmeras fotográficas, computadores com *softwares* educativos (operando *off-line*) etc. Belloni (2005) lembra ainda que a Internet se une a dispositivos como Ipod, MP3, telefones celulares multifuncionais, que abrem espaço para a possibilidade da disseminação da informação e do conhecimento, democratizando o acesso à cultura, mas ao mesmo tempo podendo representar riscos de vício e deslocamento da realidade para as crianças e adolescentes, já que são poderosos meios de publicidade.

Porém, acreditamos que seria mais preciso nomear de Novas Tecnologias de Informação, Comunicação e Expressão (NTICE) o conjunto de tecnologias digitais, essencialmente interligadas pela rede mundial de computadores, a Internet⁷, “con-

⁷ Apesar de já existir desde a década de 80, a Internet se popularizou com o surgimento da *World Wide Web*, no início da década de 90. O impacto no ensino, a partir desse momento, foi enorme. (FIOLHAIS; TRINDADE,

gregando várias práticas e possibilidades educativas, como a educação à distância, o uso do *software* educativo, a Internet como instrumento de aprendizagem” etc. (SANTOS; ANDRADE, 2010, p. 16).

São representantes dessa nova categoria os “*tablets, smartphones, laptops*, computadores pessoais e outras novas tecnologias decorrentes do computador e da Internet” (SANTOS; BRAGA, 2012). No cerne dessa diferença, Santos e Braga (2012) destacam como modos de uso das NTICE⁸:

- **O uso como meios de informação**, nos aproximando mais da notícia e do acontecimento em tempo real e que, por essa dinamicidade da informação, afeta as relações na sala de aula;
- **Como meios de comunicação**, aproximando-nos dos nossos pares, evidenciando relações mais complexas num mundo muito menor.
- **Como meios de expressão**, apresentando um leque de possibilidades ímpares na história da humanidade, onde é apresentado o espaço que permite a expressão dos pensamentos criativos de todos os indivíduos.

Ainda segundo esses autores, é fato indiscutível que as NTICE têm modificado as relações humanas em todas as suas matizes, fazendo parte de um movimento global que faz do conhecimento e do acesso livre à informação fatores determinantes na inclusão de todos na chamada Sociedade da Informação. Os autores atribuem à escola “o papel crucial nos processos de inclusão digital dos cidadãos, desen-

2003, p. 261). Assim, diferenciamos as TIC das NTICE, tendo como diferença principal o acesso a rede mundial de computadores, favorecendo não apenas o recebimento de informações, mas também a expressão dessas.

⁸ Características adaptadas de (SANTOS; BRAGA, 2012, p.11-12).

volvendo junto a todos as competências, habilidades e conhecimento necessário para o uso irrestrito e responsável, mobilizador e autonomista das NTICE” (p.12).

A inserção das NTICE nos processos educacionais mostra-se cada vez mais presente, mas nem por isso menos obscura e desafiadora. No campo acadêmico, as presentes discussões têm sido interdisciplinares, já que tratamos necessariamente de um processo complexo de intermediação da transmissão do saber por meio dessas tecnologias. O desafio, no entanto, está posto nas salas de aula. Por sorte, professores têm buscando estratégias novas que possam favorecer a real apropriação de conhecimentos por parte dos alunos. Esses docentes acabaram, em boa parte, aproveitando-se do efeito significativo e transformador dessas tecnologias no contexto do educando.

Belloni (2005) lembra que, ainda na década passada, os desafios no campo da educação em relação às TIC⁹ eram imensos, tanto do ponto de vista da intervenção, isto é, da definição e implementação das políticas públicas, quanto do ponto de vista da reflexão, ou seja, da construção de conhecimento apropriado à utilização desses recursos com fins educativos (p.8).

Como é possível notar, várias questões surgem quando se pesquisa sobre ensino baseando-se nas NTICE, dentre elas:

- 1) Servem como potencializadoras de aprendizado ou favorecem a distração?
- 2) Contribuem para a cibereducação de usuários conscientes do seu poder/limites, ou apenas tangem a essas características durante as aulas?

⁹A despeito do nosso cuidado em diferenciar TIC de NTICE, a maior parte das referências bibliográficas não fazem essa distinção, pois o termo NTICE é um termo particular na literatura especializada. Ainda assim observamos em muitos casos referências às características das NTICE sendo atribuída às TIC. Apesar da diferença já demonstrada, vamos respeitar os termos originais das pesquisas citadas.

- 3) As NTICE são apresentadas aos professores em sua formação? De que forma? Eles são informados sobre como trabalhar com elas? Têm ciência dos desafios que deverão superar?

Tem sido preponderante nas discussões da comunidade científica o argumento segundo o qual o uso das NTICE nos processos educativos pode facilitar o aprendizado dos estudantes¹⁰. Acreditamos que, como tem mostrado a literatura que versa sobre a inserção das NTICE no contexto educacional, essas ferramentas têm o potencial de, quando bem utilizadas e planejadas, envolver o educando com o saber em um meio muito mais confortável para ele, oriundo dessa geração altamente tecnológica, em prol da transmissão do conhecimento de forma efetiva. Desde o início desse século, o estudo sobre as tecnologias educacionais tem concedido a elas um grande potencial para melhorar o desempenho do aluno, mas somente se forem usadas de forma adequada, como parte de uma abordagem de educação coerente (ESQUEMBRE, 2002).

Alguns riscos são revisados e apresentados por Esquembre (2012) no que se refere ao uso de *softwares* instalado em computadores para o ensino de Física, exemplares dessas novas tecnologias educacionais, que estão presentes desafiando todo professor que faz uso deles. Dentre esses riscos, destacam-se:

1. o cuidado que deve ser tomado pelos programadores para que o aluno de fato execute as ações no meio tecnológico e não o contrário, ou seja, que o meio tecnológico engesse as ações do aluno;

¹⁰Uma reflexão dessas tecnologias aplicadas ao ensino de Física é encontrada em ALTHERR et al. (2004), ASSIS (2013), BOZKURT; ILIK (2010) e MEDEIROS; MEDEIROS (2002) além de um conjunto de relatos de várias experiências em ensino mediadas por tecnologia pode ser encontrada em SOUSA et al. (2011).

2. para que o *software* não se torne um videogame não proposital quando os alunos usam dele apenas para testar o efeito por tentativa e erro, sem o total engajamento intelectual esperado;
3. de se permitir que o ponto de vista dos alunos seja esquecido em relação ao ponto de vista do educador, já que o *software* permite que temas possam ser abordados em uma perspectiva diferente da tradicional, e, por isso, certamente mais emocionante para os professores do que para os estudantes.

No entanto, Esquembre (2012) esclarece que as novas tecnologias educacionais trazem um rol de novas alternativas ao ensino tradicional de Física, podendo ser usadas para:

- trazer problemas do mundo real que sejam baseados no currículo escolar e motivadores para os estudantes;
- fornecer suporte para melhorar a aprendizagem dos educandos;
- dar a alunos e professores mais chances para *feedback*, revisões e reflexões;
- construir uma comunidade que inclua professores, alunos, administradores escolares, pais e cientistas;
- ampliar as oportunidades de aprendizagem do professor.

Quase uma década se passou desde a ascensão das NTICE e inevitável entrada no cotidiano da sala de aula, mas nossos cursos de licenciatura ainda engatilhavam na função de munir o docente recém-formado das discussões feitas no âmbito da pesquisa sobre o ensino aliado às NTICE. Não é difícil encontrar professores jovens que se afastam das potencialidades das NTICE no contexto escolar, alegando

“não terem sido treinados para isso”, ou que “falta tempo na disposição da carga horária para usar isso na sala de aula”. Infelizmente, boa parte da educação brasileira, em especial o ensino de Física, ainda está pautado numa visão mecânica da transmissão de conteúdos e técnicas que, por si só, não serão suficientes para que o aluno exerça, com qualidade, seu futuro cívico e profissional.

Ainda na perspectiva do ensino de Física, o uso das novas tecnologias possibilitou grandes avanços na prática didática, mas associados também a algumas dificuldades (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003, p.270). Em seu estudo sobre uso de computadores e *softwares* de modelagem e o impacto na aprendizagem, Fiolhais e Trindade (2003) levantaram algumas dificuldades encontradas na integração da tecnologia no contexto do ensino de Física. Apontam que “como instrumento de ensino, o computador não conseguiu ainda um lugar proeminente” (p. 270).

Ainda que faltem evidências (estudos) que comprovem o sucesso escolar por uso de programas computacionais, integrados ao currículo. “Por vezes o computador é visto, tanto por discentes quanto por docentes, mais como uma máquina de entretenimento do que como uma ferramenta de trabalho” (p. 270). Essas dificuldades, mesmo observadas no início da implantação das tecnologias no contexto escolar básico, prosseguem verdadeiras, exigindo pesquisas sobre avaliação e aplicação de recursos digitais diversos no processo de aprendizagem.

Dialogando com Fiolhais e Trindade (2003), Melo (2010) levanta outras dificuldades no ensino de Física a partir do uso de *softwares* de simulação e do de modelagem computacional Modellus©. Algumas dessas são, na verdade, dificuldades encontradas na integração de novas tecnologias no âmbito da sala de aula tradicional. Lembra que apesar do avanço das pesquisas acadêmicas, ainda há poucas a-

plicações desses resultados nas salas de aula (p. 4). Além disso, em citação a Santos (2006), lembra que as dificuldades de aprendizagem dos conceitos em Física já são conhecidos, e os métodos tradicionais de ensino e a ausência de meios pedagógicos mais modernos e de ferramentas que auxiliem a aprendizagem constituem causa desses problemas (SANTOS, 2006 *apud* MELO, 2010).

Possuímos documentos que norteiam os trabalhos dos professores do nível básico — as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 2000.)—, porém as escolas, a sociedade e, na ponta da cadeia, os professores, têm se rendido às exigências de “passar o conteúdo e contribuir na promoção do estudante ao nível superior, garantindo o seu futuro”. Segundo esses documentos, em particular as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2010), um dos princípios que deve nortear a educação em nível básico é o da produção

do conhecimento efetivo, não somente propedêutico, que leve ao desenvolvimento de competências e habilidades específicas para cada disciplina, integradas pela interdisciplinaridade e se valendo da contextualização. (BRASIL, 2010 *apud* VEIT; TEODORO, 2002).

Nessa perspectiva, a mera transmissão de conteúdos é deixada de lado, dando lugar a uma aprendizagem significativa de conceitos. Reforçamos que é nessa perspectiva de ensino e aprendizagem significativa e, portanto, não transmissiva, que essa pesquisa está baseada.

De acordo com Veit e Teodoro (2002), a introdução da modelagem nos processo de ensino e aprendizagem no ensino de Física tende a desmistificar a redução da Física a uma disciplina *muito difícil*, em que é preciso decorar fórmulas e cujas origens e finalidades são desconhecidas (p. 88). Favorecendo uma aprendiza-

gem construtivista, o uso de recursos computacionais, como a modelagem, estudados por Veit e Teodoro (2002), trazem:

- aumento do nível do processo cognitivo, exigindo que os estudantes pensem num nível mais elevado, generalizando conceitos e relações;
- nova exigência aos estudantes, para que definam suas ideias mais precisamente; e
- oportunidades para que os estudantes testem seus próprios modelos cognitivos, detectem e corrijam inconsistências.

No início da nossa pesquisa, questionamo-nos sobre o significado de “garantir o futuro dos estudantes”. Do que adianta, por exemplo, tomarmos parte na promoção de um estudante ao nível superior, se este não foi conscientizado de que a Ciência, a qual agora espera dele contribuições, é uma herança cultural da humanidade? Ou que os recursos midiáticos de informação que ele tem ao seu redor podem (e devem) ser usados adequadamente a seu favor, para trazer novas perspectivas nos processos de aprendizagem? Somente promover os estudantes ao próximo nível escolar por mera absorção, nem sempre significativa, de conteúdos, não nos parece suficiente. A escola não deve fechar os olhos a essas e outras necessidades dessa geração de adolescentes e jovens, já que novas habilidades são exigidas deles constantemente.

Reforça-se a necessidade de cumprir o PCN no Ensino de Física. Dentre outras diretrizes, o PCN é bem claro ao estabelecer como um dos objetivos no ensino de Ciências:

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 mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. Para a área das Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, isto é particularmente verdadeiro, pois a crescente valorização do conhecimento e da capacidade de inovar demanda cidadãos capazes de aprender continuamente, para o que é essencial uma formação geral e não apenas um treinamento específico (BRASIL, 2000, grifo nosso).

Ou seja, para além dos conhecimentos técnicos que as disciplinas apresentam aos estudantes e que são cobradas pelos processos de seleção para o nível superior, como Enem e os vestibulares, destaca-se a necessidade de educar o jovem para as necessidades da vida contemporânea, contribuindo assim para a sua formação geral.

É nesse momento que retomamos a discussão das NTICE nas salas de aula modernas. Muitos professores têm utilizado esses recursos digitais em suas salas de aula, mesmo sem treinamento durante a sua formação¹¹. Destacam Santos e Braga (2012), em sua revisão sobre o estado da arte do uso das NTICE na educação infantil, que

evidentemente, o professor bem formado tem um papel central neste processo e, sem sua intervenção didática firme, segura e bem subsidiada por uma formação inicial de qualidade, a criança fica à deriva, tanto neste quanto em qualquer outro nível de ensino (SANTOS; BRAGA, 2012, p.17. grifo nosso).

A ação dos professores no uso das NTICE caminha no sentido de confirmar a necessidade da continuidade de pesquisas mais intensas e específicas sobre a atuação desses profissionais em comunhão com essas tecnologias. Como tem sido feito esse trabalho? Substituiu-se o quadro e o giz pela tela e o mouse? Têm sido utilizadas como ferramentas individuais dos estudantes ou apresentadas de forma única para o extenso e diferenciado conjunto de estudantes? Cabe ao professor “fazer do

¹¹Um relato pessoal de uma professora de Ciências é encontrado em: ASSIS. K, **A articulação entre o ensino de ciências e as TIC: uma análise de materiais didáticos produzidos por professores**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2013.

computador uma poderosa ferramenta de descoberta do mundo, das pessoas, dos sentidos, das coisas objetivas e subjetivas” (SANTOS; BRAGA, 2012, p.17).

Entendemos que o LDD é um dos atuais representante das NTICE, pois toda discussão feita nos últimos anos em atenção ao uso do computador em sala de aula se aproxima muito da realidade de pesquisa desse objeto, ainda muito pouco estudado. Infelizmente observamos, de forma frequente, a colocação dos LDD nas mãos do professor sem nenhuma ou mínima orientação pedagógica. Algumas editoras, conforme mostraremos, não apresentam o LDD ao professor explorando sua potencialidade pedagógica, apenas “abandonam a batata quente” nas mãos dos professores.

Hoje algumas escolas particulares, tentando se colocar na ponta das evoluções tecnológicas mais modernas, adotam o uso do LDD em atenção a um “modismo” instalado. As instituições públicas irão receber, às pressas, LDD a partir do ano de 2015. Ou seja, um risco imenso está se correndo em não adaptar o ambiente, as normas e o cotidiano escolar ao uso do LDD. Risco esse de utilizar essa tecnologia da mesma forma que se usa um livro didático escolar, sem a menor preocupação pedagógica quanto a alinhar os recursos presentes nele para potencializar o aprendizado. Não é incomum já ouvirmos relatos desse mau uso do LDD em algumas escolas particulares de Brasília, algumas pioneiras no uso dessa tecnologia em sala de aula.

1.4. Livro Didático Digital e sua avaliação

A investigação inicial procurou, talvez de forma ingênua, usar os termos *livro didático digital*, *digital book* e *e-book* nas bases de dados dos periódicos de ensino em Ciências. O resultado, quando havia, era decepcionante. Em nenhum dos periódicos, tanto nos nacionais, quanto nos ibero-americanos e internacionais, havia resultados consistentes contemplando as palavras-chaves.

No Google Acadêmico, os resultados em sua maioria foram de trabalhos em biblioteconomia, sobre digitalização de títulos, e de engenharia computacional, sobre a elaboração de *softwares* e aplicativos que permitam a elaboração desses livros.

Isso já demonstrou uma necessidade ímpar das pesquisas nacionais acelerarem nesse assunto, principalmente nos periódicos dedicados às pesquisas no campo do Ensino de Ciências em condições de uso dos LDD.

A questão que dificultava a pesquisa em âmbito internacional, notoriamente pioneiro no uso dos LDD nas salas de aula, era a composição do termo em inglês. Descobrimos que os termos em inglês *e-book*, *digital book*, *e-textbook* e *digital textbook* podem ser utilizados nos artigos indiscriminadamente. Desses, os que traziam resultados mais próximos da problemática da nossa pesquisa eram *e-textbook* e *digital textbook*, permitindo, portanto, o início da coleta de referências para essa pesquisa.

Mas, de onde surgiu essa tecnologia? Em 1971, Michael Hart iniciou o chamado “Projeto Gutenberg”, o qual utilizava computadores para armazenar, recuperar e facilitar a pesquisa de informações originalmente contida em livros. Denominou-se desde então de *e-book* as versões eletrônicas dos livros impressos (EMBONG et

al.,2012), gratuitamente disponibilizadas atualmente na rede mundial de computadores, a Internet.¹²

Desde então, o termo *e-book* (livro eletrônico, em nossa tradução) tem se confundido com o termo *digital book* (livro digital, também em nossa tradução). Armstrong et al (p.217), já em 2002, relembra o debate acerca do significado do termo *e-book*, quando diz que não há consenso em seu significado¹³. Relata em seu texto que algumas definições de *e-book* estavam meramente associadas ao meio digital e portátil por onde se transmitem os *e-books*, enquanto outras vertentes utilizavam o sentido estrito de um livro que pudesse ser lido em plataformas digitais e portáteis, os *e-readers* (leitores digitais).

Vassiliou e Rowley (2008) definem o livro digital numa perspectiva mais moderna, conforme nos relata Embong et al. (2012). De acordo com os dois autores, a maior parte das definições de *e-books* está obsoleta devido a estas rodearem o centro do equipamento que permite a visualização do conteúdo. Dividiram, então, a definição em duas partes: a primeira aproxima o *e-book* do livro tradicional, com características que podem ser fornecidas pelo dispositivo eletrônico de leitura (como espaço, mobilidade, ajuste de iluminação etc.). A segunda parte da definição de *e-book* perpassa a possibilidade do diálogo do texto com elementos de busca, referência cruzada, dicionário, *links* de hipertexto, objetos de multimídia, dentre outros recursos que velozmente ascendem em paralelo com o avanço nas tecnologias. Nessa última, reforça-se a integração do conceito comum de livro com alguns “objetos digitais”

¹² O sítio do *Project Gutenberg* pode ser acessado em <<http://www.gutenberg.org/>>.

¹³ Aqui fazemos um adendo: esse significado não se encontra claro até hoje. Muitos textos referem-se apenas a livros textos que possam ser lidos em meios eletrônicos portáteis (ALMEIDA, 2007; MESQUITA e CONDE, 2008; PAULINO 2009), enquanto algumas vertentes defendem a possibilidade de agregar tecnologias de informação, comunicação e expressão, para além do texto puro (EMBONG et al.;2012, MILLER; RANUM; 2012, SOUZA MOL; NERI DE SOUZA; 2013, ŠPANOVIĆ 2010).

ou outros conteúdos. Vassiliou e Rowley (2008, p.364) concluem, portanto, que uma melhor revisão desse assunto é necessária.

Em relação aos textos que foram classificados na categorias de *e-textbooks*, damos enfoque ao trabalho de Souza e Mól (2013), que apresentam preocupações com as metodologias aplicadas para a transformação do livro didático clássico em livro didático digital. Baseados em trabalhos que apresentam depoimentos sobre professores e estudantes já submetidos a essa TIC, desenvolvem o conceito de *pedagoware* “como sendo a parte lógica de um livro didático em *tablet* que se refere ao conjunto de instruções e estratégias didático-pedagógicas que consideram a complexidade dos atos de ensinar e de aprender”.

Defendem, pois, que o LDD de Química deva apresentar níveis de interação e ferramentas de assistência aos trabalhos de professores e alunos. Finaliza reforçando a necessidade da avaliação do LDD e apresentando três níveis possíveis para a classificação do LDD de Química, podendo este ser denotado como Livro Digital Básico, Mediano ou Integrador. Utilizando os critérios, testa-os em quatro exemplares de LDD de Química oferecidos na loja virtual da *Apple* – o *iTunes*.

Num esforço de esclarecer melhor as possibilidades do uso escolar do *e-book*, Embong et al. (2012) relata que inúmeras pesquisas têm sido desenvolvidas para aferir o sucesso do *e-book* como um meio de ensino nos países que já utilizam esse conteúdo digital. Pontuam que a maioria dos relatos é sobre a efetividade desses no processo de aprendizagem, mas ressalta que com o rápido avanço das tecnologias, o uso desse tipo de tecnologia “tem se tornado galopante”, especialmente nos últimos anos.

Souza e Mól (2013) esclarecem que o livro didático digital (LDD) pode ser uma ferramenta poderosa no processo de ensino e aprendizagem, mas que não existe, ainda, estudos extensivos sobre a sua integração na escola e nem avaliações sobre a sua real contribuição para a aprendizagem. Lembram que países como a Coreia do Sul já anunciaram a troca de todos os LD por LDD, no caso desse último até 2015. Reforçam, ainda, que o próprio MEC, em seu PNLD/2015, já estabelece que será avaliada também “obra multimídia composta de livros digitais e livros impressos” (BRASIL, 2013).

Criticam que não foi dado, no entanto, critérios adequados para nortear essa avaliação, e permitiu-se a possibilidade de interpretar um *livro digitalizado* como um *livro digital*. Em nossa leitura, e de acordo com os outros trabalhos aqui revisados, esse igualamento se apresenta como equivocado, e é sobre essa questão que nosso trabalho vai se debruçar a seguir.

1.5. Transposição Didática

Para concluir a descrição de textos fundamentais para essa pesquisa, do grupo de textos sobre *Transposição Didática* destacamos a obra de Dall'Asta (2004), que, de posse dos conceitos da transposição didática, estuda o processo de elaboração e avaliação de um software educacional, numa perspectiva da teoria de Vygotsky. A autora provoca o surgimento de alguns critérios para que essa transposição ocorra adequadamente e avalia dois *softwares* educacionais destinados ao público infantil, nos termos da teoria de Chevallard.

Além dessa, citamos a tese de Garonce (2009), que joga luz no processo de transformação das relações entre saber-professor-aluno quando se fez a transposição do meio, de presencial para virtual, por meio das webconferências, chamado por ele de Transposição Midiática. Focou-se nas “alterações nos papéis docentes, decorrentes desta nova possibilidade tecnológica”.

O seu estudo identificou que houve algumas mudanças na ação do professor nessa nova realidade. Tomando como ponto de partida estudos a respeito da transposição didática dos saberes, identificou-se mudanças na prática docente decorrentes da transição do ambiente presencial tradicional para o ambiente presencial conectado, visando destacar as mudanças ocorridas na ação docente em função da utilização das NTICE como ferramenta de ensino, ficando caracterizado o fenômeno que chamou de Transposição Midiática.

Destacamos, ainda, Leite (2007) que traz à tona a discussão sobre a problemática do conhecimento escolar que tem perpassado o campo da didática e do currículo escolar. Sendo assim, apresenta uma introdução às leituras de Basil Bernstein, “sociólogo inglês que se ocupa de questões de linguagem e controle simbólico

relativos aos processos de constituição do conhecimento escolar” e Yves Chevalard, didata francês que faz uma abordagem epistemológica dos processos pelos quais os saberes se integram ao meio escolar.

A partir das revisões apresentadas, focamos o nosso trabalho na interseção de dois grandes campos de estudos das pesquisas em educação: o LD (avaliação, função, aplicação) e as NTICE (avaliação, aplicação, planejamento).

A nossa proposta é de, a partir do quadro teórico escolhido, elencar critérios que possam cooperar para que escolas e professores executem a importante ação da avaliação dos recursos didáticos contidos nos LDD. Esses critérios, graças à análise do estado da arte sobre pesquisas a respeito de LDD, não existem claramente. O que se observa, no entanto, é a existência de uma série de critérios costumeiramente utilizados para avaliar livros didáticos tradicionais, e outra série de critérios utilizados para avaliar *softwares* educacionais.

Reconhecemos que essas duas séries de parâmetros não se cruzam em muitos momentos. Portanto, os critérios que servirão para avaliar os LDD serão forjados a partir desses já pesquisados, sob a luz e a vigilância dos referenciais teóricos escolhidos. Não resulta, portanto, da invenção de novos critérios, até porque o LDD é um objeto de pesquisa muito recente, e poucas são as experiências pedagógicas feitas acerca dele. Faremos, no entanto, uma contribuição para um ponto de partida na elaboração de critérios que avaliem este objeto.

Sabemos que a oferta de LDD de Física não é atualmente muito extensa e que as tecnologias estão modificando-se num ritmo acelerado. Isso, no entanto, não diminui a importância de pesquisas a respeito dessas potencialidades, pois o campo educacional moderno está sendo bombardeado pela necessidade de integrar a tec-

nologia. E, como exposto antes, com o grande incentivo governamental para as publicações didáticas, faz-se necessário munir escolas e professores de recursos que permitam a identificação e avaliação dos recursos digitais contidos no LDD.

A importância da ação avaliativa dos recursos tecnológicos e dos LD já era encarada bem antes do surgimento dos LDD: no momento em que as tecnologias educacionais começaram a ter um papel central nas práticas pedagógicas. Imaginamos que essa importância só aumentou com a entrada dos LDD. Rojo (2005) elucida, num texto de apresentação de um boletim informativo do MEC sobre a escolha e o uso dos materiais didáticos que:

Em meio a esta profusão de mídias, tecnologias e artefatos, o mais importante parece ser saber selecionar e utilizar, de maneira adequada às intenções didáticas e ao alunado, os diversos recursos disponíveis. Para tanto, é imperativo saber utilizá-los, mas também analisá-los, avaliá-los” (ROJO, 2005, p.3).

Tendo essas necessidades como ponto de partida, apresentamos uma breve revisão sobre o aspecto da avaliação dos LD de Ciências. Acreditamos que o LD apresenta-se ao contexto escolar como um instrumento de grande importância, pois, nas palavras de Moraes (2011), “o livro didático é o principal material instrucional do aluno e em muitos casos é o único”.

O LD é um elemento norteador dos trabalhos pedagógicos dos professores. Sua importância foi inflada a partir da década de 80, com o acesso de uma parcela maior da população às escolas públicas num período pós-ditadura, por meio de programas educacionais como o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), com o objetivo de “atender todas as disciplinas escolares e com o objetivo de universalizar a distribuição para todos os alunos de escolas públicas do ensino de 1ª a 8ª série” (GARCIA, 2009, p.2). Pesquisas no campo da história do livro didático no Brasil res-

saltam que as políticas que orientam a elaboração, avaliação e distribuição dos LD são políticas públicas, aspecto incomum nos outros países (GARCIA; SILVA, 2009).

Pontua-se que na década de 1990, especialmente após os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os LD submetidos ao PNLD passaram a ser avaliados no que se refere à qualidade dos conteúdos programáticos (busca por erros conceituais, por exemplo) e aos aspectos pedagógicos das obras (como a existência ou não de temas preconceituosos e desatualizados) estabelecendo-se, assim, critérios que devem ser atendidos pelas editoras que desejem incluir suas obras no programa (CASSIANO, 2007; GARCIA, 2009; LEITE, 2013).

Em 2003, o Governo Federal instituiu o Programa Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM) com a intenção de distribuir as obras de Português e Matemática, a princípio, para estudantes da rede pública, já que até então o PNLD só contemplava obras didáticas distribuídas aos estudantes do Ensino Fundamental (GARCIA, 2009). Mas foi apenas em 2012 que o PNLEM distribuiu obras de Física para todos os alunos do ensino médio das escolas inscritas no programa, atingindo a integralidade dos alunos em todas as disciplinas básicas (LEITE, 2013, p.98).

Observamos, então, que a partir da década de 90, com a criação de uma comissão voltada exclusivamente para a avaliação dos LD inscritos no PNLD, houve o estabelecimento de critérios que passaram a nortear essa avaliação. As pesquisas em torno dos processos de escolha e avaliação dos LD são muito raras, conforme revela trabalho sobre o estado da arte de Zambon e Terrazzan (2013), que levantaram, num conjunto de 127 teses/dissertações (num período de 1996 a 2008) e de 46 periódicos (no período de 2007 a 2010), poucos resultados que convergem para o *processo de escolha e avaliação do LD* (p.590).

Zambon e Terrazzan (2013) revelam, ainda, que os trabalhos científicos que tratam da avaliação do LD são, em sua maioria, investigações que

tomaram por objeto a escolha de livros pelo professor, analisando os critérios e procedimentos utilizados para essa seleção. Não identificamos, entretanto, investigações que se ocuparam dos mecanismos adotados pelas equipes gestoras de escolas para organizar os processos de escolha de livros, no âmbito do PNLD (ZAMBON; TERRAZAN, 2013, p.591).

Ou seja, não existe um mecanismo ou procedimento sistemático para o processo de avaliação do LD no domínio do PNLD. Vale esclarecer que os critérios observados por Zambon e Terrazan (2013) na avaliação executada pelos professores são essencialmente técnicos, advindos da experiência dos professores, relacionando-se, por exemplo, aos aspectos visuais da obra, à linguagem, à diagramação e ao tipo de abordagem feita ao conteúdo.

No sentido de propiciar um mecanismo que sistematize o processo de avaliação do LD a ser escolhido para a escola, Santos (2006) propõe em sua dissertação de mestrado um rol de critérios tabulados para a avaliação dos LD de Química, já que

“Sua escolha deve ser feita de forma criteriosa, considerando diferentes aspectos relacionados a sua abordagem didática e ao contexto de seus alunos e escola. Todavia, os professores normalmente não se sentem bem preparados e orientados para o exercício dessa função” (SANTOS, 2006).

Nosso trabalho tangencia a abordagem de Santos (2006) quanto à necessidade de se estabelecer critérios que contribuam com a ação docente de avaliar e selecionar o material didático para o ano escolar seguinte. Isso não é diferente para os LDD. No âmbito da rede particular de ensino de Brasília, já existe um conjunto razoável de obras, das mais diversas disciplinas, em especial da Física, que justifica a necessidade de critérios que auxiliem os professores, muitos ainda considerados

como “migrantes digitais”¹⁴ em relação às potencialidades de uso dos LDD. Além desse natural despreparo para avaliar e lidar com os recentes LDD, existem questionamentos sobre a sua elaboração. Segundo Souza e Mol (2013),

na ‘transformação prematura’ do livro didático em papel para o digital em *tablet* observamos muitos erros técnicos e pedagógicos que necessitam ser evitados, sob pena de chegarmos a conclusão, após muitos investimentos, que seria melhor não ter feito a ‘transformação’ (SOUZA; MOL, 2013).

Encontramos, mais uma vez, a necessidade de elencar parâmetros que possibilitem a avaliação desses recursos, não somente mantendo e aprimorando os já existentes para LD, mas também incorporando elementos próprios da avaliação dos recursos digitais ali existentes. Buscaremos, pois, tabular esses parâmetros no âmbito da avaliação de LDD de Física, aplicando-os sobre algumas obras já circulantes em Brasília.

Os LDD têm sido usados como LD colocados numa plataforma digital, e quase nenhum dos seus recursos digitais (ainda escassos, diga-se de passagem) são articulados à aula. Esse pesquisador trabalha atualmente em uma escola particular onde o LDD de Física está na lista de materiais didáticos. No entanto, visualizei, em muitas oportunidades, que se as atividades contidas no livro não forem de fato interativas, o recurso eletrônico servirá muito mais como uma distração, já que é uma “janela para o mundo”, do que como um recurso pedagógico essencial.

Concluimos que, nesse momento, há a necessidade de estudarmos como o LD está sendo transposto para o recurso midiático digital. Como as tecnologias disponíveis estão (ou não) dialogando entre si, permitindo e instruindo o professor a

¹⁴ De acordo com Lima e Pinto (2011), considera-se como migrantes digitais “as pessoas provenientes de uma educação tradicional, em que aprendiam com lápis e papel e, agora, estão aprendendo a lidar com as máquinas e ferramentas digitais” diferentemente dos nativos digitais que “são os que já nasceram na era digital tendo acesso as ferramentas como o computador e a internet”.

incentivar o uso desse material por parte dos estudantes, mas ainda referindo-se ao saber científico que o originou.

Em estudos posteriores, deverão ser feitas pesquisas sobre a aplicação desses LDD nas disciplinas, trazendo estudos de caso e pesquisas quantitativas sobre tal. Limitar-nos-emos, no contexto dessa dissertação, a investigar a transformação do conteúdo, antes disposto num livro impresso que articulava textos e imagens, para um recurso digital que tem muitos outros potenciais.

CAPÍTULO 2 – O PROBLEMA E OS OBJETIVOS DA PESQUISA

A partir da problemática apresentada no capítulo anterior pela revisão bibliográfica, foi possível perceber, considerando a história da evolução do suporte que veiculava inicialmente a informação (papiros, pergaminhos etc) até o suporte “livro” que hoje conhecemos, a importância que a sua versão "didática" assume na atual conjuntura escolar, em especial na brasileira, em acréscimo ao importante papel que as NTICE têm adquirido no ensino de Física.

Com isso, motivados pelo edital do PNLD/2015, que solicita das editoras a submissão de *livros digitais*, mas não se aprofunda nos parâmetros segundo os quais esses serão avaliados, reforçamos o problema central desta pesquisa: quais critérios poderiam ser adotados, em complementação àqueles enunciados pelo edital do PNLD/2015, a fim de permitirem ao professor/avaliador um melhor julgamento de um livro digital de Física a ele submetido?

Reconhecemos a importância do processo de avaliação de qualquer material didático, como os livros escolares, e, muito embora a tecnologia dos LDD ainda esteja em processo de aperfeiçoamento em nosso País, a demanda do MEC faz acelerar a busca por critérios que permitam não somente a análise desses materiais como também o norteamento de outros que aparecerão no mercado nos próximos anos.

Esta pesquisa busca qualitativamente reconhecer, nos LDD, a transformação do conteúdo acadêmico para o conteúdo escolar, com aporte nas NTICE e na Teoria da Transposição Didática dos conteúdos.

O objetivo geral é, portanto, apresentar um conjunto de critérios que possam servir de orientação para professores/avaliadores durante o processo de avaliação

de LDD de Física, a partir de elementos que levem em conta o processo de transposição didática dos saberes, bem como as características e potencialidades do hipertexto.

Em consequência, os objetivos específicos deste trabalho são:

- 1) destacar as concepções do ensino de Física preconizados nos documentos oficiais, concepções essas que devem nortear a elaboração e avaliação dos LDD;
- 2) elencar, a partir da revisão bibliográfica a respeito do conceito de hipertexto e das regras para o processo de transposição didática dos saberes, as características que deverão estar contidas numa obra didática digital;
- 3) apresentar um conjunto de critérios utilizados nas avaliações de livros tradicionais e *softwares* educacionais, adequando-os e justificando-os em termos do quadro teórico escolhido;
- 4) apresentar, na forma de quadros e separados por parâmetros macroscópicos, os critérios de avaliação sob a forma de um instrumento, servindo este de proposição didática desta dissertação; e
- 5) aplicar, a título de verificação, os critérios em três obras digitais utilizadas em escolas particulares de Brasília, visando perceber se há uma diferenciação resultante dos critérios elencados.

Ressaltamos que atualmente, em Brasília, apenas escolas particulares da rede de ensino utilizam títulos digitais, sendo, pois, esse o nosso público-alvo. No entanto, para os próximos anos, com a inserção de LDD nas escolas públicas por meio do PNLD, acreditamos que haverá uma oferta maior de obras digitais no mercado. Sendo assim, prevê-se que, já em 2015, com a adoção de LDD pelo PNLD, os pro-

fessores precisarão de um recurso que contribua para o processo de avaliação e posterior escolha do material didático que norteará os trabalhos pedagógicos nos próximos tempos. Esse trabalho procura, então, elencar alguns desses recursos. É por essa atual limitação de oferta que não voltaremos nosso olhar para a aplicação desses recursos, que, por si só, já emergem com o desafio de democratizar o acesso à tecnologia num País tão desigual.

Como proposta didática desta dissertação, apresentaremos na forma de um quadro esses critérios, para que possam ser utilizados na avaliação do LDD e dos objetos educacionais ali contidos, munindo o professor/avaliador de elementos que contribuam para a compreensão desses materiais digitais.

CAPÍTULO 3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Teoria da Transposição Didática

Escolhemos para compor o referencial teórico dessa pesquisa a teoria da Transposição Didática, de Yves Chevallard, cunhada na década de 1980, com base nos trabalhos do sociólogo Michel Verret em 1975. Este último teria, segundo Chevallard (1998), empregado inicialmente o termo “transposição didática” em sua tese de doutorado *Le temps des études*. Neste trabalho, Verret analisa sociologicamente a distribuição do tempo nas atividades escolares, buscando compreender as funções sociais dos estudantes (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005; LEITE, 2007, p.45).

Verret propõe que didática é a transmissão de um saber adquirido, que ocorre dos que sabem para os que ainda não sabem. Por esse motivo, assim como o tempo, a prática didática se desdobraria em duas: a do saber e a da sua transmissão (LEITE, 2007, p. 45–46).

Na prática didática, relacionam-se com o tempo escolar tanto a imposição de rotinização e de institucionalização como também a configuração dos conteúdos trabalhados na escola. Sempre observando o tempo da vida do estudante “Verret desenvolve, então, uma abordagem epistemológica do saber escolar, o que lhe permite articular as necessidades do processo de transmissão com as imposições do próprio saber a ser ensinado” (LEITE, 2007, p. 46).

Sendo assim, Verret identifica configurações particulares do saber, as quais formaram a base da teoria de adaptação de um conteúdo a aprendizes, desenvolvida por Chevallard. Foi assim que identificou-se que um saber, para ser didatizável,

ou seja, para ser transmissível, deve atender às seguintes condições (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005 e CORDIRO; PEDUZZI, 2013 e LEITE, 2007):

- ✓ ser “*programável*”, isto é, passível de recortes advindos de uma *criatividade didática* que possibilitem sequências pedagógicas aceitáveis, tanto por critérios pedagógicos, como institucionais;
- ✓ ser “*dessincretizável*”, que seria a ação de retirar um certo conhecimento científico do seu contexto original, substituindo as especializações da prática científica pelas da prática educativa;
- ✓ ser “*despersonalizável*”, sendo então apresentado como um saber público, impessoal e sem proprietários;
- ✓ ser “*operacionalizável*” permitindo a geração de exercícios e instrumentos avaliativos que habilitam o ‘controle social das aprendizagens’; e
- ✓ ser detentor de uma “*atualidade moral*” ou “*publicidade*”, viabilizando sua apropriação pelos que deverão transmiti-lo e recebê-lo.

Como bem destaca Miriam Soares Leite (2007), tais imposições interferem inclusive na seleção dos conteúdos a serem ensinados, diferenciando-os em “saberes privados” e “saberes aristocráticos”, que não atenderiam ao quesito de publicidade; “saberes totais”, por não permitirem a fragmentação e posterior avaliação no contexto escolar; “saberes pessoais”, que não podem ser despersonalizáveis; e os “saberes empíricos”, vocacionados para uma aquisição intuitiva e global.

Podemos observar que o trabalho de Verret contribuiu para o posterior trabalho de Chevallard com elementos que serão o cerne da sua teoria de transposição didática, originalmente apresentada no domínio dos saberes matemáticos, mas que logo foram aplicadas a outros campos do conhecimento.

Apesar de ter sido formulada com o foco no ensino da matemática, o seu conceito trouxe polêmicas e esclarecimentos a numerosos pesquisadores, oriundos de diversos outros campos de estudo, que buscavam uma explicação para o processo didático em suas áreas do conhecimento. A teoria da transposição didática foi produzida no seio da didática do ensino da matemática, mas escapa desta, de onde apenas nasce, prolongando-se em ecos até outras comunidades que a acolhem ou a rechaçam (CHEVALLARD, 1997, *apud* GARONCE, 2009, p.45).

Chevallard incorpora, além das características que os saberes devem ter para se tornarem ensináveis, a necessidade de uma “distância” entre o conhecimento científico e o saber ensinado em sala de aula e a dimensão temporal na prática didática, fruto das contribuições de Verret. “Diferencia-se, contudo, de Verret, pelo próprio lugar de onde fala e o qual pretende afirmar com seu trabalho — o campo das didáticas da matemática” (LEITE, 2007, p. 47).

A contribuição da teoria de Chevallard reside na abordagem “ensinante-ensinado-saber”, pondo este último e suas relações com os outros em papel de destaque. É, segundo Garonce (2009), a partir de então uma relação “ternária”. Essa teoria vem, pois, de acordo com Leite (2007), “corrigir um equívoco tradicional da reflexão pedagógica: a secundarização da discussão dos saberes escolares” (p.48). Essa nova relação do sistema didático dá-se de forma mais elaborada, conforme propõe a **Figura 1**, em que S representa o saber; P, os professores; e E, os estudantes:

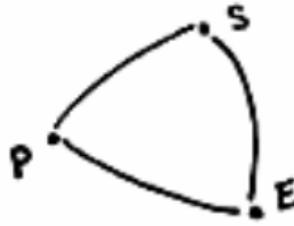


Figura 1: Sistema didático (Chevallard, 1991, p. 26)

Segundo a Teoria da Transposição Didática, o “saber a ser ensinado” assume tanta importância quanto o próprio “saber sábio”, e por isso tal teoria encontrou inicialmente muita resistência, já que emergia de uma “sociedade tradicionalmente marcada pela valorização da esfera de produção dos saberes” (LEITE, 2007, p. 49).

Brockington e Pietrocola (2005) extraem de Chevallard a ideia segundo a qual o sistema didático encontra-se inserido dentro de um Sistema de Ensino, mais amplo que o Didático. Esse, por conseguinte, está inserido em um contexto muito mais amplo e complexo: a Sociedade. A **Figura 2** demonstra essa relação.

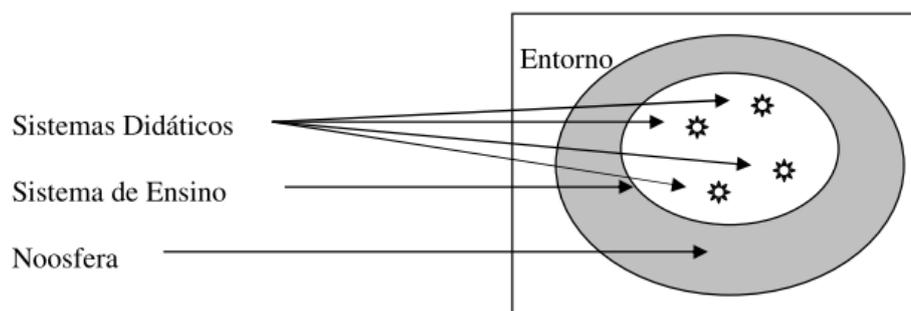


Figura 2: A noosfera (GARONCE, 2009, p.48)

A relação entre a sociedade e o Sistema de Ensino é intermediada pela chamada *noosfera*, considerada como um ambiente no qual

se encontram todos aqueles que, tanto ocupam os postos principais do funcionamento didático, se enfrentam com os problemas que surgem do encontro da sociedade e suas exigências; ali se desenvolvem os conflitos; ali

se levam a cabo as negociações; ali se amadurecem as soluções (CHEVALLARD, 1991, *apud* BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005)

Defendem Brockington e Pietrocola (2005) que a trajetória percorrida pelo saber em sua adaptação para as salas de aula é influenciada por agentes dos diversos campos do conhecimento (“saber sábio”, “saber a ensinar” e “saber ensinado”), cada qual com suas regras próprias, influenciando nas adaptações sofridas pelo saber até se tornar ensinável. Porém, ao longo dessa trajetória, atuam fatores externos ao Sistema de Ensino, inseridos, pois, num contexto mais amplo, no qual esses campos de conhecimento coexistem e se influenciam: a noosfera.

Esses autores lembram, ainda, que

os agentes reguladores, determinantes para a seleção e, principalmente, para as modificações que o Saber Sábido sofrerá, são os componentes dos bastidores de todas as mudanças, definidos por Chevallard como a noosfera. Nela, encontram-se todos aqueles que, de uma forma ou de outra, influenciam nos rumos do ensino, fazendo com que o Saber Sábido se modifique até chegar às escolas (*ibid*, p. 393).

Essa noosfera seria constituída por “cientistas, educadores, professores, políticos, autores de livros didáticos, pais de alunos, entre outros” (*ibid*, p.393). Cada um influencia as modificações que serão atribuídas ao saberes. A noosfera mantém o curso do projeto educacional, até que modificações internas ocorram primeiro.

No estudo dessas relações, Chevallard denominou de “saber sábio”¹⁵ todo aquele que é produzido no campo das ciências, com suas particularidades metodológicas e de expressão (textos científicos entre os pares), enquanto o “saber a ensinar”, primeiro resultado de uma transposição didática do “saber sábio”, estará presente nos manuais didáticos e programas de ensino. O “saber ensinado” é o resultado de uma segunda transposição didática do “saber sábio”, de ordem metodológica,

¹⁵ Tradução geralmente aceita para o termo original “*Savoir Savant*”, conforme recorda Garonce (2009, p. 46).

que efetivamente estará presente nas salas de aula. Garonce (2009) destaca ainda a existência de um “saber a ser aprendido” resultante da expectativa do professor em relação aos seus aprendizes, para um dado “saber a ensinar”. Chevallard estuda as modificações, ou transposições, que um “saber sábio” sofre até ser adaptado em um objeto de ensino (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005, p.388).

Ao ser intencionalmente transposto para o ambiente escolar, o “saber a ser ensinado” ainda mantém “semelhanças com a ideia originalmente presente em seu contexto de pesquisa, porém adquire outros significados próprios do ambiente escolar no qual será alojado” (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005, p.388). Para tanto, o “saber sábio” julgado pertinente para se tornar “saber a ensinar” deve passar pelos processos de “dessincretização”, despersonalização e formatação para a programabilidade, citados na página 73.

Além disso, deve existir intencionalmente uma ‘distância’ entre o “saber sábio” e o “saber ensinado”, pois, como nas palavras de Garonce (2009),

o saber ensinado deve estar o mais próximo possível do saber sábio, para não provocar a desautorização da comunidade científica, o que tiraria a legitimidade do ensino perante a sociedade. No entanto, deve ser suficientemente simplificado, a ponto de poder ser compreendido pelos sujeitos aprendizes, tomando o cuidado, porém, de distanciar-se do saber banalizado, que percorre a maior parte da sociedade, afinal, esta proximidade tiraria o valor concedido ao ensino por esta mesma sociedade. O saber ensinado está no meio-termo entre o saber sábio e o saber banalizado. Acima de tudo isto, o saber ensinado tem que ser “possível”, o que não é simples (ibid, p. 49).

A figura abaixo demonstra o processo conhecido como Transposição Didática de 1ª Ordem:

Transposição Didática de Chevallard – 1ª Ordem

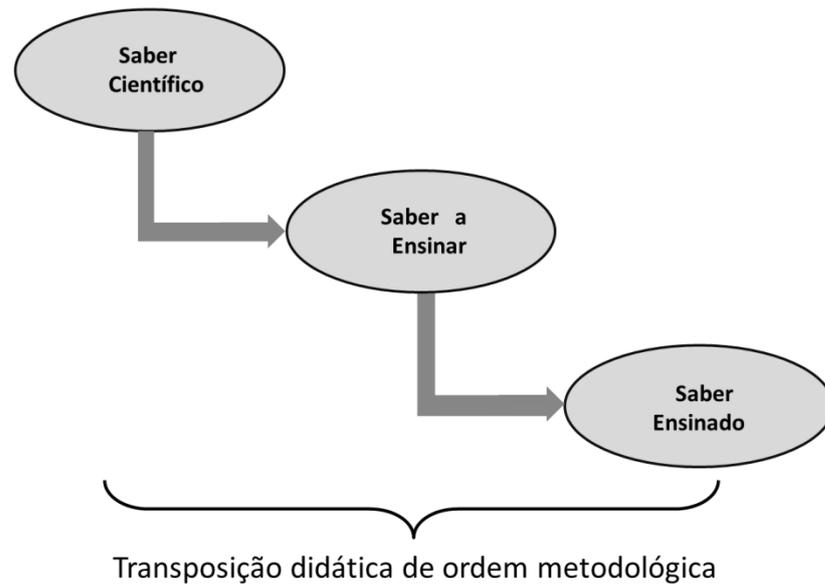


Figura 3: Transposição Didática de 1ª Ordem

É nesse ponto que surgem algumas críticas ao mecanismo da Transposição Didática. Cordeiro e Peduzzi (2013), em artigo intitulado *Consequências das descontextualizações em um livro didático: uma análise do tema radioatividade*, avaliam o aspecto negativo da descontextualização proposta por Chevallard no âmbito do trabalho de educação científica.

Chevallard, ao listar a descontextualização como um dos processos necessariamente operados sobre o conhecimento na transposição didática externa, refere-se puramente à descontextualização histórica. Ou seja, para que aquele saber seja ensinável, é necessário que seja extraído de seu contexto de origem, garantindo, para o autor, ‘a evidência incontestável das coisas naturais’¹⁶ (*ibid*, 2013, p. 2).

Concluem, no caso da didática da Física, que tais “dessincretizações” podem transmitir uma imagem da natureza da ciência e do trabalho científico que não corresponde à maneira pela qual aquele conhecimento foi concebido. Justificam tal percepção na análise da Transposição Didática do assunto “Radioatividade” em livros

¹⁶ CHEVALLARD, Y. *La Transposition Didactique: Du Savoir Savant au Savoir Enseigné* (La Pensée Sauvage Éditions, Grenoble, 1991).

técnicos de Física para o Ensino Superior. Ponderam que há um conjunto de obras ditas *tradicionais* que assumem essa “dessincretização” em prol da “logicidade dentro de um percurso didático” (p.9), já que

na transposição didática, Chevallard defende que as transformações do saber são as feitas para que ele adquira logicidade e publicidade e para que ele dê conta de expectativas da sociedade para a educação (*ibid*, p.9).

Ainda quanto à atualidade moral exigida na transposição, Cordeiro e Peduzzi (2013) reforçam a necessidade da concepção de um material ordenado, que permita a leitura, remetendo à logicidade dos conteúdos. Por esse motivo, algumas escolhas precisam ser feitas — “mais especificamente, descontextualizações históricas e conceituais” — para que se atinja o objetivo de ensinar o conteúdo.

Cordeiro e Peduzzi (2003) entendem isso como um preço a ser pago para favorecer a aprendizagem.e alertam sobre a formação de futuros professores de nível superior e médio, ao enfatizar que a contextualização histórica e a compreensão filosófica são parte fundamental dessa formação e dos trabalhos que serão executados posteriormente em suas classes. Criticam, assim, as abordagens minimistas dessas perspectivas e existência de erros históricos observados nas obras analisadas na pesquisa.

Essas regras foram postas à prova no trabalho de Brockington e Pietrocola (2005) ao estudarem a sua aplicabilidade nos conceitos de Física Moderna. Eles criticam a percepção de que um conhecimento, ao sofrer a transposição didática, fora apenas “simplificado”. Tal percepção gera, por consequência, a ideia de que ensinar Física no Ensino Médio é apenas um processo de “‘tornar mais simples’ conceitos complicados, algo que difere totalmente das idealizações presentes no processo de modelagem” (p.390).

Brockington e Pietrocola (2005) também apresentam, a partir do trabalho de Astolfi (1995)¹⁷, cinco regras que devem ser observadas no processo de Transposição Didática. São elas:

✓ Regra 1: Modernizar o saber escolar

Os novos saberes que surgem no âmbito das pesquisas científicas e que são utilizados por indústrias e novas tecnologias são passíveis de estar contidos nos livros didáticos, aproximando o trabalho escolar da produção acadêmica. Reforçamos que exigência idêntica fazem os PCN, ao apresentarem a Física

como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos (BRASIL, 2000, p. 2).

Os PCN trazem orientações muito claras no que diz respeito ao ensino de Física ao exigirem uma contextualização atual dos conteúdos trabalhados, sob risco de não haver legitimação no seu ensino, “garantindo seu lugar no currículo” (BROCKINGTON E PIETROCOLA, 2005, p. 397). O documento esclarece também que a Física, sendo Ciência, tem a necessidade de compor uma linguagem própria, fazendo usos de conceitos e terminologias bem definidas, além de suas formas de expressão envolverem muitas vezes tabelas, gráficos ou relações matemáticas (BRASIL, 2000), para além da língua materna adotada.

Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado (BRASIL, 2010).

¹⁷ ASTOLFI, J-P e DEVELAY, M. *A Didática das Ciências*. Papirus. Campinas, 1995.

Essas são orientações claras, as quais dialogam com o esquema da Transposição Didática e que, portanto, devem estar presentes em qualquer livro didático de Física. Essa perspectiva também encontra suporte na concepção de ensino de Ciências com foco em Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS).

Ainda de acordo com os PCN de Física, as

competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos. Elas passam a ganhar sentido somente quando colocadas lado a lado, e de forma integrada, com as demais competências desejadas para a realidade desses jovens (id, p.2).

Sendo assim, um trabalho multidisciplinar e interdisciplinar deve ser fomentado nos livros didáticos que nortearão a prática pedagógica da escola. O professor, ao avaliar o livro didático, precisa ter em mente essa amplitude defendida pelos PCN.

Mas, afinal, a quais competências os PCN se referem na instrução a respeito do ensino de Física?

A premissa que norteia os PCN é a de que essas competências devam ser escolhidas "não projetando o que um futuro engenheiro ou profissional em telecomunicações deverá precisar saber, mas tomando como referência um jovem solidário e atuante, diante de um mundo tecnológico, complexo e em transformação" (id, p. 6).

Sendo assim, e na tentativa de integrar as demais áreas do conhecimento, os PCN relacionam as principais competências a serem desenvolvidas no ensino de Física, a saber:

competências relacionadas principalmente com a investigação e compreensão dos fenômenos físicos (...) há outras que dizem respeito à utilização da

linguagem física e de sua comunicação, ou, finalmente, que tenham a ver com sua contextualização histórico e social (BRASIL, 2000, p. 6; grifo nosso).

Os PCN sugerem, então, que as competências principais sejam separadas entre as macroáreas destacadas no trecho anterior. Logo, destacam os PCN (id, p.7 - 16):

Competências Gerais
<p>I.1 - SÍMBOLOS, CÓDIGOS E NOMENCLATURAS DA C&T</p> <p>Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.</p>
<p>I.2 - ARTICULAÇÃO DOS SÍMBOLOS E CÓDIGOS DA C&T</p> <p>Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.</p>
<p>I.3 - ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE TEXTOS E OUTRAS COMUNICAÇÕES DE C&T</p> <p>Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&T veiculados através de diferentes meios</p>
<p>I.4 - ELABORAÇÃO DE COMUNICAÇÕES</p> <p>Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.</p>
<p>I.5 - DISCUSSÃO E ARGUMENTAÇÃO DE TEMAS DE INTERESSE DA C&T</p> <p>Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&T.</p>

Quadro 1: Competências de representação e comunicação.

Competências Gerais
<p>II.1 - ESTRATÉGIAS PARA ENFRENTAMENTO DE SITUAÇÕES-PROBLEMA</p> <p>Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.</p>
<p>II.2 - INTERAÇÕES, RELAÇÕES E FUNÇÕES; INVARIANTES E TRANSFORMAÇÕES</p> <p>Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.</p>
<p>II.3 - MEDIDAS, QUANTIFICAÇÕES, GRANDEZAS E ESCALAS</p> <p>Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.</p>
<p>II.4 - MODELOS EXPLICATIVOS E REPRESENTATIVOS</p> <p>Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.</p>
<p>II.5 - RELAÇÕES ENTRE CONHECIMENTOS DISCIPLINARES, INTERDISCIPLINARES E INTER-ÁREAS</p> <p>Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.</p>

Quadro 2: Competências de investigação e compreensão.

Competências Gerais
<p>III.1 - CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA HISTÓRIA</p> <p>Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.</p>

III.2 - CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA CULTURA CONTEMPORÂNEA

Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.

III.3 - CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA ATUALIDADE

Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.

III.4 - CIÊNCIA E TECNOLOGIA, ÉTICA E CIDADANIA

Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

Quadro 3: Competências de contextualização sociocultural.

Os *Parâmetros* são muito claros ao estabelecer que as competências em Física integram os objetivos a serem atingidos pela escolarização em Nível Médio. Assim, observam que,

para a organização dessas atividades, faz-se necessário privilegiar a escolha de conteúdos que sejam adequados aos objetivos em torno dos quais seja possível estruturar e organizar o desenvolvimento das habilidades, competências, conhecimentos, atitudes e valores desejados (id. p.17).

Nesse ponto, os PCN preconizam, a título de sugestão de organização curricular, que os trabalhos pedagógicos sejam forjados na perspectiva de **temas estruturadores**, tais como:

1. Movimentos: variações e conservações
2. Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia
3. Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações
4. Som, Imagem e Informação

5. Matéria e Radiação

6. Universo, Terra e Vida

Aqui vale ressaltar que, em consonância com a teoria da Transposição Didática, na busca da modernização dos saberes escolares, o acréscimo do tema estruturador seis (Universo, Terra e Vida) traz consigo inúmeras possibilidades de debatermos com os educandos aspectos sobre a formação e o desenvolvimento do Universo, os modelos de Expansão, a estrutura e o desenvolvimento de uma estrela, dentre outros aspectos que, por excessiva e equivocada valoração de um único elemento da *noosfera* que rodeia os Sistemas Didáticos (os exames vestibulares), deixam de ser apresentados e trabalhados com os estudantes, reforçando a ideia de que a Física é a ciência das "coisas antigas". Afinal, o que de mais moderno trabalhamos são as leis da Relatividade, que datam do início do século XX, ou seja, ao Ensino de Física urge uma atualização em direção a uma maior "atualidade moral" (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005, p. 395) ante a sociedade.

Sendo assim, a abordagem de temas estruturantes contextualizados e atuais, norteadores de práticas didáticas entre os estudantes e o professor, parece-nos uma boa sugestão, podendo constar nas obras didáticas de Física, desde que apresentadas as devidas orientações no manual do professor.

✓ Regra 2: atualizar o saber a ensinar

Segundo Brockington e Pietrocola (2005), faz-se necessário, ao se revisar um livro didático, além de acrescentar novos saberes, "eliminar alguns saberes que, embora corretos, devem ser descartados por estarem demais banalizados". Observam, no entanto, que essa regra nem sempre se aplica ao ensino de Física, pois, nesse caso, os conteúdos tidos como obsoletos não o são por já estarem

diluídos na cultura popular, mas sim por não desempenharem algum projeto de formação na sociedade atual.

Muito embora a Física, como um conjunto de conhecimentos adquiridos pela humanidade ao longo de séculos, apresente temas aparentemente distantes do contexto educacional e social dos estudantes, sua relevância na compreensão do método investigativo e das tecnologias que nos rodeiam é presente. Além disso, é no escopo do ensino de Física que o educando tem a real percepção de conhecimentos prévios que, obtidos com base na intuição, são facilmente detectados com experimentos e com a apropriação da evolução histórica dessa ciência.

Sendo assim, concordamos com Brockington e Pietrocola (2005) quando afirmam que dificilmente os saberes da Física (aqui tratados como conteúdos) serão excluídos dos livros didáticos por estarem demasiadamente diluídos na cultura da sociedade (id, p.397), pois essa diluição, muitas vezes, vem acompanhada de aspectos da intuição humana que se distanciam da prática científica. Portanto, dialogando mais com a Regra 1, acreditamos que os conteúdos, especialmente as práticas pedagógicas que os permeiam, devam ser modernizados, sob o risco de desautorização da sociedade.

✓ Regra 3: Articular o “novo” com o “antigo”

Nessa regra, Brockington e Pietrocola (2005) argumentam que “a introdução de novos saberes deve ser feita de forma articulada com outros saberes já alojados nos programas de ensino”, ressaltando que “negar radicalmente um conteúdo já tradicionalmente presente no Sistema de Ensino pode gerar desconfiança por parte dos alunos para com tudo aquilo que se deseja seja aprendido na disciplina. Nesse

ponto, Brockington e Pietrocola (2005) fazem uma discussão sobre conflitos históricos e epistemológicos do ensino de “Campo” e “Força” no contexto da Eletrostática e reforçam que os livros didáticos não costumam apresentar a conjuntura histórica e epistemológica no qual esses conceitos foram gerados.

Em Chevallard (1998), o conhecimento, para ser didatizado, precisa ser “dessincretizado”, o que, como já discutimos, representa a ação de retirar um certo conhecimento científico do seu contexto original e substituir as especializações da prática científica pelas da prática educativa. A partir das críticas feitas por Cordeiro e Peduzzi (2013) à Transposição Didática excessiva contida nos livros didáticos de Física, em especial na descontextualização que os conceitos precisam sofrer, faz-se necessário o uso do bom senso: de acordo com os PCN, a conjuntura histórica e o desenvolvimento das ideias é parte fundamental no ensino de Física. Ponderamos, no entanto, que o nível do educando (ensino médio) ainda não permite a ele ter contato com a totalidade e a profundidade das discussões efetuadas no contexto original do saber. Logo, cabe ao livro didático e ao professor, dentro das perspectivas do Sistema Educacional, conduzirem esses conflitos de ordem epistemológica, reforçando que a Ciência não é uma estrutura engessada e imutável, mas que o debate e o conflito de ideias é inerente ao desenvolvimento dessa.

Assim, mais uma vez vemos a necessidade de articulação do desenvolvimento histórico crítico no ensino de Física, não apenas a citação de breves aspectos da história pessoal dos cientistas, como encontramos constantemente em livros didáticos. Essa nova intenção didática encontra suporte na perspectiva CTS e aporte nos PCN.

- ✓ Regra 4: Transformar um saber em exercícios e problemas.

Esse é um dos principais aspectos valorizados pelo docente na obra didática. De acordo com a pesquisa de Santos (2006), sobre critérios que os professores da rede pública de Brasília adotam na escolha de um livro didático de Química, 45,4% dos entrevistados valorizam esse aspecto (p.94).

Uma observação relevante é o fato de quase a metade dos entrevistados (45,5 % dos professores) terem apresentado como critério de escolha do LDQ a presença e a quantidade de exercícios. Como base na nossa prática de sala de aula, já se tinha conhecimento da importância que os professores conferem a esse critério, mas não se suponha que o mesmo fosse ser o mais citado. Segundo os entrevistados, os exercícios devem ser adequados aos conteúdos, apresentarem uma abordagem didática que se aproxime do cotidiano do aluno e, principalmente, devem contemplar os processos de seleção para ingresso no ensino superior. Esse item revela uma dicotomia entre uma perspectiva inovadora de ensino, que busca uma formação mais ampla do educando, e o ensino tradicional de Química, que aponta para um adestramento para vestibulares e demais processos de seleção. (id, p.94-5)

Esse aspecto encontra aporte na teoria da Transposição Didática, que exige que o conhecimento seja *operacionalizável*, isto é, “uma maneira através da qual uma atividade pode gerar formas de ‘lidar’ com o Sistema de Ensino” (BROCKINGTON E PIETROCOLA, 2005, p. 398). Os autores reforçam, ainda, que a operacionalidade é um atributo importante, “pois garante a gestão do cotidiano escolar” (id., p. 398).

Os PCN reivindicam constantemente um ensino de Física que fuja da memorização, situação muitas vezes observada nos exercícios contidos nos livros didáticos da disciplina.

Muitas vezes o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão, que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências.

Não se quer dizer com isso que seja preciso abrir mão das fórmulas. Ao contrário, a formalização matemática continua sendo essencial, desde que desenvolvida como síntese dos conceitos e relações, compreendidas anteriormente de forma fenomenológica e qualitativa. Substituir um problema por uma situação-problema, nesse contexto, ganha também um novo sentido, pois passa-se a lidar com algo real ou próximo dele.

Por exemplo, é bastante diferente a natureza das competências envolvidas na solução de um dado problema, em que é apenas solicitado o cálculo da distância percorrida por um corpo com desaceleração constante, e de um outro, em que se solicita a análise das conseqüências de altas velocidades de veículos. Embora nessas duas situações a solução do problema exija o mesmo instrumental matemático, a própria estratégia para a resolução de problemas é também bastante diferente. Enquanto na primeira, trata-se de associar os elementos do enunciado a uma equação matemática, já na segunda, são necessários a identificação da situação problema, o levantamento de hipóteses, a escolha de caminhos para a solução, além da análise dos resultados, principalmente no que diz respeito à sua coerência com o que o aluno conhece da realidade. (BRASIL, 2000, p. 38).

Além disso, Santos (2006) relembra que o PNLEM (atual PNLD) possui como critério eliminatório o seguinte:

A obra NÃO deve privilegiar somente a memorização de termos técnicos e definições, não se pautando, portanto, somente por questões de cópia mecânica ou memorização. O vocabulário científico deve ser usado como um recurso que auxilie a aprendizagem das teorias e explicações científicas, e não como um fim em si mesmo. As analogias, metáforas e ilustrações devem ser adequadamente utilizadas, garantindo-se a explicitação das semelhanças e diferenças em relação aos fenômenos estudados. (BRASIL, 2005¹⁸ *apud* SANTOS, 2006, p. 86)

Portanto, é condição *sine qua non* para um bom livro didático de Física que atenda às exigências do PNLD, em sintonia com os PCN, a existência de exercícios e, também, de diversas outras atividades, valorizando, inclusive, os recursos multimídia à disposição dos estudantes. Isso favoreceria uma educação muito mais voltada para o desenvolvimento de competências múltiplas do que para a memorização inútil de conceitos que, no mundo informatizado atual, são facilmente acessados. É, pois, um desafio constante aos professores, membros de um Sistema de Ensino, conciliar os conflitos de uma noosfera diversificada, onde a exigência de um ensino significativo de Física lida muitas vezes o treinamento para exames de vestibular. O livro didático, impresso, engessado, não é capaz de adaptar-se velozmente a essa conjuntura, exigindo para tal um esclarecimento no próprio campo da noosfera, no sentido de compreender que o ensino de Física, num

¹⁸ BRASIL. MEC. Programa Nacional do Livro Didático: dados estatísticos. Brasília, 2005c. Disponível em: <<http://www.fn.de.gov.br>>.

contexto atual, próximo ao educando, valoriza competências durante a articulação dos saberes, para além de uma mera “transmissão”¹⁹ e memorização.

✓ Regra 5: Tornar um conceito mais compreensível

“A Transposição Didática deve permitir a aprendizagem de conceitos, caso contrário ela não pode ser legitimada” (BROCKINGTON E PIETROCOLA, 2005, p. 398). De acordo com os autores, em observância a essa regra, os papéis de professor e aluno precisam ser cumpridos: “ao professor cabe ensinar e ao aluno aprender” (id, p. 399).

Enxergamos nessa regra a possibilidade ímpar que um material didático multifacetário pode impor aos Sistemas Didáticos. De fato, a Transposição Didática estabelece “uma gama de características que julgadas em conjunto nas várias etapas do processo de transposição pelos atores envolvidos” (BROCKINGTON E PIETROCOLA, 2005, p. 395) adapta o saber para o tempo e o espaço do educando. Favorecendo essas adaptações, o uso das tecnologias digitais traz um nova perspectiva para o ensino de Física: a de que a tecnologia não somente exemplifica, demonstra e contextualiza os saberes, mas também se aproxima da forma pela qual o cérebro armazena um conhecimento: de forma hipertextual, não linear.

Um dos sistemas mais complexos e antigos do mundo é a mente humana, e um dos mais modernos é a internet. O pensamento humano é governado por dinâmicas não lineares de um complexo sistema que forma a rede neural e que percorre o nosso cérebro e o corpo como um todo. A navegação e conexão na internet é um processo não linear que depende sensivelmente de por onde entramos para começar a navegação e se desenvolve como o crescimento dos ramos de uma árvore, de forma imprevisível. Nem sempre a própria pessoa, quando entra na internet, pode prever os caminhos que seguirá na rede, e a cada acesso ou a cada clique, a navegação se desenvolve de forma diferente, apesar de manter as

¹⁹ No trabalho de Yves Chevallard, o termo “transmissão” é constantemente cunhado em suas traduções, assim como nos diversos trabalhos que versam sobre o assunto. Muito embora respeitemos essa tradução, compreendemos que se refere ao processo de adaptação e ensino dos saberes ao educando, dentro de concepções atuais.

características de quem navega, seus interesses, capacidades, etc. (GABRIEL, 2013, p. 114).

Lembramos que a proposta de Chevallard é um modelo que eleva a importância dos saberes e de suas adequações — outrora não priorizados pelas teorias pedagógicas que focavam as relações estabelecidas entre professor e aluno — e de como esses saberes se comunicam com os agentes do processo educativo. Por esse motivo, Chevallard não é capaz de responder a todos os questionamentos levantados pelos seus críticos.

Concordamos com Cordeiro e Peduzzi (2013), para os quais uma excessiva e descuidada descontextualização não favorece o aprendiz, que passa a ter uma visão fantasiosa do processo científico e da natureza da ciência. Porém, enxergamos a necessidade de uma adaptação da forma em que os saberes devem ser apresentados no Ensino de Física para o nível médio, em prol da logicidade. Lembramos de Chevallard, ao dizer que essa transposição não é feita por professores, pois esses já se encontram imersos em um processo que começou muito antes.

Essa necessidade se verifica com as inúmeras dificuldades impostas ao processo didático da Física, como, por exemplo, uma carga horária pequena, não permitindo o aprofundamento das discussões sobre a natureza da Ciência; a necessidade de constantemente abordar conteúdos que exigem nível de abstração elevado por parte dos estudantes; e a existência, ainda, de um currículo antigo e não focado nos contextos sociais e nas tecnologias advindas dos progressos da Física.

Como o processo de transposição didática deu aporte ao nosso trabalho com mídias digitais? Um possível caminho para o uso dessa teoria nos foi apresentada

na tese de Garonce (2009), sobre o uso de situações de *webconferência* como ferramenta de ensino. Ele observou que

o comportamento docente, modificado pela inserção de um elemento tecnológico, criador de uma nova realidade educativa, pôde ser percebido como um agente sobre o saber ensinado, promovendo mudanças para ajustá-lo à nova realidade. (ibid, p. 59)

Ele define, pois, que as ações docentes foram adaptadas na passagem de um ambiente tradicional de ensino para um ambiente virtual (com elementos oferecidos pelas NTICE). Chamou esse processo de Transposição Midiática, possibilitada, no caso, pela situação de *webconferência*. O autor conclui que é possível considerar que a transposição midiática tenha se apresentado como uma segunda transposição didática, ou uma transposição didática de segunda ordem.

A figura abaixo demonstra esse processo, conhecido como Transposição Didática de 2ª Ordem.

Transposição Didática de Chevallard – 2ª Ordem

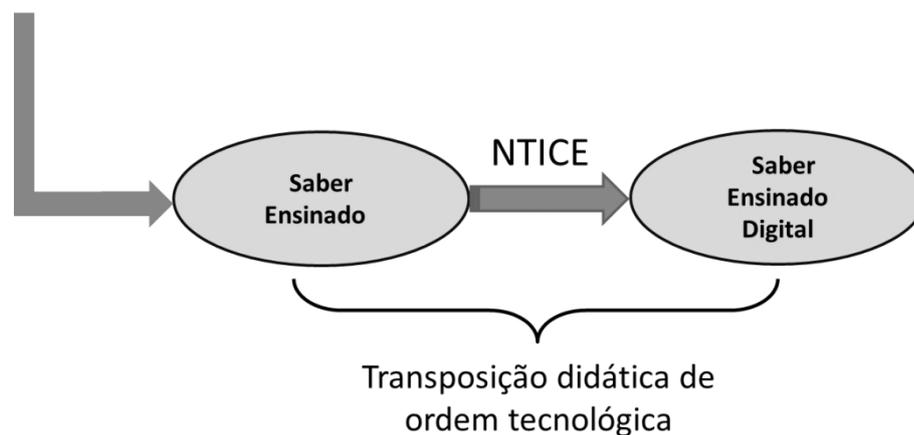


Figura 4: Transposição Didática de 2ª Ordem

Garonce (2009) observa que, devido à mediação dos elementos pertencentes às NTICE, o saber a ser ensinado sofreu uma transposição, não mais de ordem metodológica, como foi no caso da Transposição Didática de 1ª ordem, mas sim de or-

dem tecnológica, afinal, os docentes no caso de Garonce (2009) se encontraram em nova situação didática: separados dos estudantes em situação de ensino à distância. Nessa nova situação didática, a relação entre os atores da peça pedagógica (aluno-professor-conhecimento) sofre um reordenamento, afinal, o conhecimento passa a estar disponível em abundância para o aluno, que por sua vez interage com seus pares à distância, via *web*, e o professor precisa modificar sua prática pedagógica para adequar-se à nova relação. Essa segunda transposição didática foi denominada, portanto, de Transposição Midiática.

Garonce (2009) esclarece que

O conceito da Transposição Didática refere-se a um fenômeno, que é a transposição, e a um ponto de chegada, que é o didático. O que identificamos com a presente pesquisa, que foi a Transposição Midiática, também faz referência a um fenômeno, que é a transposição, e a um ponto de chegada, que é o didático, porém este processo foi decorrente da mudança do meio onde ele acontece, havendo uma mediação tecnológica (id. p. 201).

Então, a Transposição Midiática é caracterizada pelo conjunto de recortes e ajustes “influenciados por uma série de fatores humanos e tecnológicos, que foram apresentados, sendo uma transposição de ações educativas da sala de aula presencial convencional” (id, p. 201) para, no caso de sua pesquisa, a sala de aula virtual.

Garonce (2009) lista ainda os impactos sobre a ação docente decorrentes da situação mediada pela tecnologia — a webconferência. No âmbito da nossa pesquisa, o processo pode ora ser presencial — mas não convencional, afinal agora a relação ternária (saber-professor-aluno) é intermediada por dispositivos digitais — ora à distância. Optamos por listar os impactos que podem ser relacionados à nova situação didática do docente com o uso do LDD:

- 1) Necessidade de planejar efetivamente as aulas, de modo detalhado, considerando todas as variantes possíveis;
- 2) Primar pela brevidade, objetividade e simplicidade do seu discurso, a fim de manter os alunos ligados à aula mediada pelo suporte digital;
- 3) Adotar dinâmicas que envolvam os alunos nas discussões;
- 4) Desenvolver estratégias inovadoras de integração de ferramentas assíncronas, como o Moodle, que facilitem a construção de comunidades colaborativas de ensino e aprendizagem em rede;
- 5) Adquirir habilidades comunicativas em uma nova mídia;
- 6) Estar atento à sua responsabilidade de integrar os alunos e de desenvolver estratégias docentes que reforcem o sentimento de grupo social na sala de aula virtual;
- 7) Necessidade de adequação às novas ferramentas tecnológicas, que inexistiam na sala de aula convencional;
- 8) Necessidade de reestruturação da forma de estabelecer relações gerenciais com os alunos, abandonando o formato linear e adotando o modelo hipertextual;
- 9) Necessidade de adequação dos tempos das aulas, em função do desgaste provocado pela mediação tecnológica;
- 10) Aumento considerável da carga de trabalho, a fim de atender as novas demandas.

Acreditamos que a interpretação que deve ser feita quanto à adoção do LDD no ambiente das salas de aula encontra aporte na Teoria da Transposição Didática de 2ª ordem, pois, como observado em Garonce (2009) e em Ramos (2006), a modificação agora é, para o primeiro autor, na relação entre os atores da prática pedagógica, e para o segundo, no texto e sua forma de apresentação.

As relações entre professor-aluno-LDD devem ser estudadas não apenas no âmbito presencial, mas, especialmente, quanto à possibilidade da virtualização dessa relação. Porém focamos, neste trabalho, o estudo de como os textos didáticos tradicionais foram transpostos para a mídia digital. Os LDD estão de acordo com as regras estabelecidos por Chevallard para a transposição didática clássica? E em relação ao uso do suporte digital, estariam as novas mídias inseridas no processo para contribuir com a aprendizagem, ou apenas mostrando-se como “figuras animadas”?

São essas as questões que a nossa investigação irá avaliar considerando um rol de LDD já trabalhados em algumas escolas particulares da cidade de Brasília. Dessa análise, pretendemos elaborar um roteiro avaliativo desses LDD para favorecer os docentes que atualmente lecionam em escolas particulares com essa demanda e, subsequentemente, os professores da rede pública de ensino.

3.2 O hipertexto

Nas bases da comunicação humana, e até o final do século XX, "o princípio da linearidade foi a base da construção do conhecimento. Os problemas do mundo eram resolvidos de forma linear" (GABRIEL, 2013, p. 113). Em defesa dessa ideia, a autora observa que esse princípio rege alguns dos princípios basilares da Física, como a mecânica newtoniana e seu caráter determinístico.

De acordo com o que vimos sobre a história das comunicações e do suporte "livro", o surgimento da escrita favoreceu uma série de inovações e possibilidades nas sociedades, até então baseadas apenas na fala. "A teoria, a lógica e as sutilezas da interpretação dos textos foram acrescentadas às narrativas míticas no arsenal do saber humano" (RAMOS, 2006, p. 85).

Ramos (2006), em aproximação ao campo da psicologia cognitiva contemporânea, destaca que a maneira pela qual a memória humana funciona se aproxima das estruturas hipertextuais. Para o autor, existem dois tipos de memória: a de curto prazo e a de longo prazo. Naquela, "a repetição se mostra eficiente enquanto técnica de estratégia para reter a informação" (p.86). Já nessa, "deve-se propagar de fatos atuais até os fatos de que se deseja encontrar" (ibid, p. 87).

Na concepção de Pierre Lévy, filósofo e sociólogo francês, que desenvolve estudos e pesquisas sobre os sistemas de informação, assim como o papel da tecnologia na vida social e seus impactos nas relações políticas, econômicas e culturais, um hipertexto é, tecnicamente, um conjunto de

nós [que] podem ser palavras, páginas, imagens, gráficos, ou partes de gráficos, sequências sonoras, documentos complexos que podem eles mesmos ser hipertextos. Os itens de informação não são ligados linearmente, como uma corda com nós, mas cada um deles, ou a maioria, estende suas conexões em estrela, de modo reticular (LÉVY, 1993 *apud* RAMOS, 2006, p. 89).

Portanto, constatamos da definição de hipertexto que a linearidade não é sempre privilegiada. Na verdade, Lévy demonstra que o hipertexto se opõe a um texto linear e defende isso, pois é a maneira pela qual nosso cérebro adquire e armazena as informações de forma duradoura. "navegar em um hipertexto significa portanto desenhar um percurso em uma rede que pode ser tão complicada quanto

possível. porque cada nó pode, por sua vez, conter uma rede inteira" (LÉVY, 1993, p. 33).

Para Lévy (1993), um hipertexto é um "tipo de programa para a organização de conhecimentos ou dados, aquisição de informações e comunicação". Em sua obra, escrita em 1993, os sistemas de hipertexto estavam em pleno desenvolvimento. Recordamos que é nessa época que há a disseminação da Internet, principal estrutura hipertextual, já que um usuário pode iniciar uma pesquisa e, graças aos *links* que são oferecidos em cada página, percorrer um caminho tortuoso.

Os mais adeptos do positivismo e do cartesianismo alegam que tal caminho, não linear, movido pelo desejo do usuário, dificilmente o levará ao saber procurado, ou pelo menos intencionado no início. Porém, Lévy relembra que o hipertexto nada mais é que uma retomada e uma evolução das antigas interfaces da escrita. Observa que a existência de sumários, índices remissivos, notas de rodapé e bibliografia possibilitaram

uma relação com o texto e com a escrita totalmente diferente do que fora estabelecida com o manuscrito: possibilidade de exame rápido do conteúdo, de acesso não linear e seletivo ao texto, de segmentação do saber em módulos, de conexões múltiplas a uma infinidade de outros livros. (ibid, p. 34)

Lévy (1993) apresenta seis características que o hipertexto possui, afirmando que os processos sociotécnicos, sobretudo, também têm uma forma hipertextual, assim como vários outros fenômenos. São princípios do hipertexto:

1) **Princípio de metamorfose** — a rede hipertextual está em constante construção e renegociação. Ela pode permanecer estável durante certo tempo, mas esta estabilidade é em si mesma fruto de um trabalho. Sua extensão, sua composição e seu desenho estão permanentemente em jogo para os atores envolvidos, sejam eles

humanos, palavras, imagens, traços de imagens ou de contexto, objetos técnicos, componentes destes objetos, etc.

2) **Princípio de heterogeneidade** — os nós e conexões de uma rede hipertextual são heterogêneos. Na memória serão encontradas imagens, sons, palavras, diversas sensações, modelos etc; e as conexões serão lógico-afetivas. Na comunicação, as mensagens serão multimídias, multimodais, analógicas, digitais. O processo sociotécnico colocará em jogo pessoas, grupos, artefatos, forças naturais de todos os tamanhos, com todos os tipos de associações que se possa imaginar entre estes elementos.

3) **Princípio de multiplicidade e de encaixe das escalas** — o hipertexto se organiza de modo fractal, ou seja, qualquer nó ou conexão, quando analisado, pode revelar-se como sendo composto por toda uma rede, e assim por diante, indefinidamente, ao longo da escala dos graus de precisão.

4) **Princípio de exterioridade** — a rede não possui unidade orgânica, nem motor interno. Seu crescimento e sua diminuição, sua composição e sua recomposição permanente dependem de um exterior indeterminado: adição de novos elementos, conexões com outras redes, excitação de elementos terminais (captadores), etc.

5) **Princípio de topologia** — nos hipertextos tudo funciona por proximidade, por vizinhança. Neles, o curso dos acontecimentos é uma questão de topologia, de caminhos. Não há espaço universal homogêneo onde haja forças de ligação e separação, onde as mensagens poderiam circular livremente. Tudo que se desloca deve utilizar-se da rede hipertextual tal como ela se encontra, ou então será obrigado a modificá-la. A rede não está no espaço, ela é o espaço.

6) **Princípio de mobilidade dos centros** — a rede não tem centro, ou melhor, possui permanentemente diversos centros que são como pontas luminosas perpetuamente móveis, saltando de um nó a outro, trazendo ao redor de si uma ramificação infinita de pequenas raízes, rizomas, finas linhas brancas esboçando por instante um mapa qualquer com detalhes delicados e, depois, correndo para desenhar mais à frente outras paisagens do sentido.

Gabriel (2013, p. 114) destaca que um dos sistemas complexos mais antigos é a mente humana, e um dos mais modernos é a Internet. Lembramos que, de acordo com os trabalhos de Lévy (1993), essas características não são novas e, na verdade, são semelhantes na essência, pois, de acordo com a Psicologia Cognitiva, ambos ocorrem em estruturas hipertextuais não lineares. Gabriel (2013) esclarece que a navegação na Internet é um processo não linear que depende sensivelmente de por onde entramos para começar a navegação e se desenvolve como o crescimento dos ramos de uma árvore, de forma imprevisível. "Nem a própria pessoa, quando entra na Internet, pode prever os caminhos que seguirá na rede, e a cada clique, a navegação se desenvolve de forma diferente, apesar de manter as características de quem navega, seus interesses, capacidades etc." (ibid, p. 115).

O termo hipertexto foi cunhado por Tod Nelson, em 1963, para descrever o resultado de um texto criado por meio da utilização de estruturas de hiperlinks, que permitem a sua leitura e construção de forma não linear (GABRIEL, p. 115).

Ainda de acordo com a autora, até o final do século XX o consumo de informação acontecia predominantemente por meio de mídias lineares — livro, rádio, televisão etc. A partir da *web*, passou-se a consumir informação de forma hipermediática, não linear e complexa, o que representou uma profunda transformação no sis-

tema natural de aprendizagem do ser humano, que veio se desenvolvendo gradativamente nas últimas décadas.

Numa estrutura linear, o controle do fluxo de informação é controlado única e exclusivamente pelo autor do texto. Nas estruturas não lineares, a obtenção de informação é controlada pelo leitor, e não pelo autor. Portanto, como afirma Gabriel (2013), num hipertexto há uma inversão do controle da informação, e isso requer métodos completamente distintos dos que vemos atualmente na educação. Assim,

os modelos educacionais da grande maioria das instituições de ensino continua baseado nas estruturas lineares dos últimos séculos. Esse é o grande descompasso atual na educação que precisa ser solucionado: transformar os modelos educacionais para funcionarem nos sistemas complexos hipermediáticos de aprendizado (id, p. 115).

Para Ramos (2006), a grande vantagem do hipertexto reside nessa característica mutável, não engessada e não linear. Mais:

composto a partir de relações como as descritas anteriormente, o hipertexto possibilita o surgimento de produções onde a coautoria é exercida em sua plenitude. As diversas vozes que se fazem presentes colaboram para a produção de conteúdos em permanente mutação, com atribuição de significações e afeito às negociações. Este ambiente de troca perde sua dimensão territorial e passa a ser estabelecido não como parte restrita do espaço, mas sim como o próprio espaço. Assume, por consequência, características dicotômicas, sem serem antagônicas, que o tornam simultaneamente fragmentado e desterritorializado, local e universal, parte e todo. (ibid, p. 95)

Essas novas relações dos agentes envolvidos no processo educativo configuraram um espaço de aprendizagem colaborativa, que pode e deve ser fomentado por qualquer suporte digital baseado em linguagem hipertextual. Nesse sentido, o fomento à autonomia do usuário (educando) é característica vital de uma obra digital.

Para Ramos (2006), em citação a Ângela Correia Dias e Geórgia Antony, os princípios constitutivos do hipertexto são não linearidade, intertextualidade, interatividade e heterogeneidade. Explica que:

Por não linearidade entende-se a estruturação formal que não segue encaixamentos específicos e está baseada, conforme André Parente (1999 *apud* RAMOS, 2006) nos princípios da conexão e heterogeneidade, implicando a possibilidade de cada nó estabelecer-se como uma rede específica formada por links de natureza e ordem variadas. Por consequência que, por mais que o autor do hipertexto tenha estabelecido ou sugerido encaminhamentos específicos e/ou conexões tais que conduzam a produção de sentidos, só o próprio sujeito/leitor/usuário tem autonomia para acessar os trechos que lhe são convenientes, e mais, no tempo que for preciso ou possível.

A descontinuidade que se observa com a não linearidade, presente em outros fenômenos comunicacionais, mas evidenciada e explicitada pelo hipertexto, produz, a um mesmo tempo, uma enorme liberdade para o usuário/leitor criar sua própria ordem de conexões formais e de sentido, mas, segundo Dias e Antony (2003) que encontram apoio em Marcuschi (1999) e Canclini (1998), podem apresentar algumas situações de dificuldades decorrentes dessa “relativa” autonomia. Entre as dificuldades mais prementes destacam-se a dificuldade na elaboração de obras que privilegiem a não linearidade plena; a dificuldade decorrente do aumento da demanda de funções cognitivas do leitor – ocasionadas por um eventual excesso de conexões efêmeras e potencializadas na medida em que mais sentidos são produzidos a partir da conexão de fragmentos distintos dentro de uma mesma rede ou parte desta –; a fragmentação da escrita podendo incorrer na superficialização e futilização da leitura; e, ainda, a dessignificação de elementos de tradição cultural, de sentido histórico e de concepções macroestruturais em detrimento de relações intensas e eventuais com elementos isolados, com seus signos e imagens.

A intertextualidade ou multilinearidade consiste na capacidade dos módulos do hipertexto de mudar seu conteúdo, visto que “coexistem diversos pontos de vista sobre o mesmo tema, como também diversos temas que são potencialmente conectáveis num mesmo suporte material.” (DIAS e ANTONY, 2003, p. 58 *apud* RAMOS, 2006, p. 97).

Por interatividade entende-se a oportunidade de o leitor interferir e transformar o texto, tornando-se, nesse caso, coautor do texto.

No hipertexto, o leitor não apenas escolhe seu percurso entre links existentes, mas cria novas conexões que têm sentido para ele, e não necessariamente fazem sentido para o criador do hipertexto ou para outros leitores. Além de propor novas conexões, os leitores podem também modificar as lexias (os textos, as imagens) e conectar dois ou mais hipertextos. (DIAS e ANTONY, 2003, p. 62) (*ibid*, p.97)

E, por fim, Ramos (2006) esclarece o conceito de heterogeneidade como a

possibilidade de a estrutura hipertextual aglomerar atos comunicacionais muito diversos, linguísticos, mas também perceptivos, gestuais, cognitivos. Ângela Correia Dias e Geórgia Antony reafirmam a riqueza que o meio eletrônico possibilita no sentido de hibridação entre diversas mídias, ainda que essa característica não seja exclusividade do mesmo. Reconhecem, entretanto, que as experiências e as possibilidades de êxito em outros meios são bastante limitadas. (*id*, p.99)

De acordo com o autor, outra dimensão que é modificada com a estrutura hipertextual é a escrita. Essa, originalmente estabelecida de forma linear, fragmentada e encadeada, estruturou o conhecimento escolar. O uso de estruturas baseadas em hipertexto, de acordo com seus princípios e suas características, "oferece novas possibilidades de redimensionamento da relação escrita/leitura" (RAMOS, 2006, p. 100). Observa o autor que essa atualização é necessária já que cada evolução do suporte é acompanhada de uma revolução na forma de se organizar as escrituras.

Ao se considerar o hipertexto um conjunto de textos incorporados a um texto fonte, e entendendo texto enquanto mensagem que pode ser expressa em forma de som, imagem, vídeo ou mesmo um texto, é possível chegar ao entendimento de que tal estrutura amplia significativamente a superfície textual. No hipertexto não existe sequência de leitura preestabelecida e, portanto, ao se imputar a responsabilidade pelas conexões ao usuário/leitor, transfere-se a este a oportunidade de vivenciar uma intensa produção de sentidos a partir dos diálogos estabelecidos entre os textos (no sentido mais amplo) que por ele foram conectados. (RAMOS, 2006, p. 100).

Ramos (2006) em sua pesquisa descreve a metodologia com a qual um texto pode ser transformado em um hipertexto, baseado nas concepções de hipertextualidade encontradas em Lévy e na adequação dos saberes defendida por Chevallard. Na busca por esse processo de transposição, observa que uma obra textual só poderá ser transformada em hipertextual se respeitar os seguintes critérios:

- 1) Possuir uma narrativa não linear;
- 2) Favorecer uma livre navegação do usuário/leitor;
- 3) Disponibilizar acesso a auxílios externos relacionados (*web*);
- 4) Apresentar uma estrutura multimodal;
- 5) Incentivar as trocas informacionais;
- 6) Exercitar a coautoria;

- 7) Permitir a customização da interface;
- 8) Fornecer controle sobre recursos multimídia; e
- 9) Construir auxílios internos.

Registra-se, porém, que a metodologia apresentada não se refere à de elaboração de *software* educacional, para a qual já existem inúmeras outras, mas "trata-se da transposição de conteúdo de um livro de conteúdo paradidático para um suporte multimídia" (id, p. 111). Faz-se, no entanto, a ressalva de que, dos critérios utilizados para a elaboração de um *software* educacional, alguns deles são comuns ao da elaboração do LDD. Sendo assim, e com base na obra de Oliveira et al. (2001, p.74), algumas questões prévias, comuns aos objetos em questão, precisam ser esclarecidas, tais como:

- definição e presença de uma fundamentação pedagógica que permeie todo o seu desenvolvimento;
- finalidade didática, por levar o aluno/usuário a “construir” conhecimento relacionado com seu currículo escolar;
- interação entre aluno/usuário e programa, mediada pelo professor;
- facilidade de uso, uma vez que não se devem exigir do aluno conhecimentos computacionais prévios, mas permitir que qualquer usuário, mesmo que em primeiro contato com a máquina, seja capaz de desenvolver suas atividades;
- atualização quanto ao estado da arte das pesquisas no campo das tecnologias educacionais.

De acordo com Oliveira et al. (2001, p. 75), a figura abaixo sintetiza em forma de diagrama os parâmetros que devem ser utilizados na avaliação de objetos educacionais digitais.

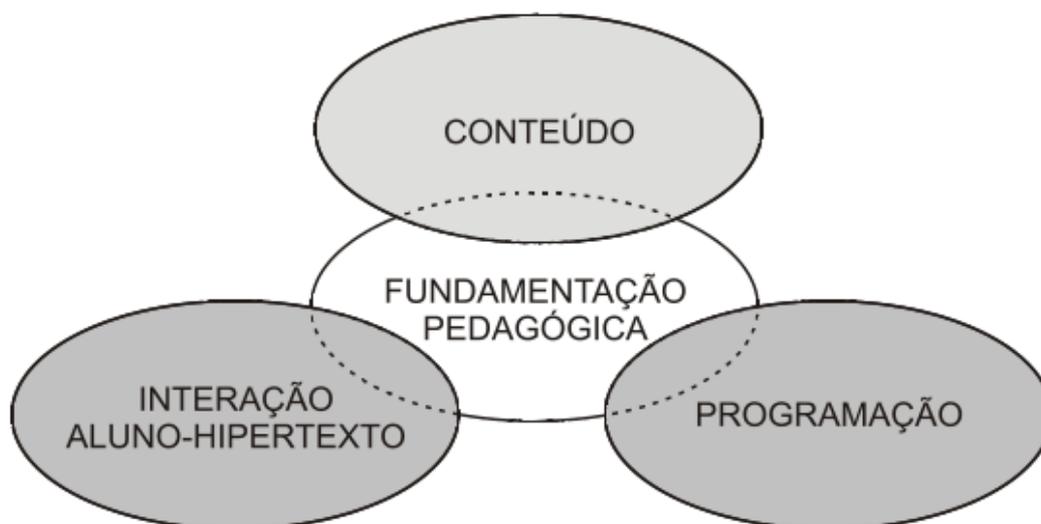


Figura 5: Parâmetros de avaliação de um objeto educacional digital. Oliveira et al. (2001, p. 75)

Nesse trabalho, a metodologia não é para a elaboração de um livro paradidático, tampouco de um mero *software* educacional, mas de um livro didático digital. Ainda sim, acreditamos que esses critérios são comuns aos objetos, diferenciando-se apenas nos objetivos e na amplitude de cada obra. No caso de um LDD de Física, a intenção é, a partir de uma apresentação hipertextual e hipermediática (comum ao livro paradidático), apresentar os saberes transpostos e adaptados às potencialidades do novo suporte (favorecido por tecnologias comuns aos *softwares* educacionais).

Devido a isso, pretendemos que os seguintes critérios, categorizados pelos parâmetros apresentados na Figura 5, e apresentados por Oliveira et al. (2001, pp. 126-137), possam basear critérios de avaliação de hipertextualidade em LDD:

INTERAÇÃO ALUNO-HIPERTEXTO: relativo ao papel do hipertexto na facilitação da aprendizagem do aluno; à possibilidade de aprendizagem em grupo; e à possibilidade de interação entre hipertexto e alunos, abrangendo os seguintes itens:

- Facilidade de uso — quanto à objetividade das instruções para o uso do hipertexto e à facilidade de percorrê-lo, sendo desdobrado na coerência entre os seguintes subitens:
 - instruções;
 - ícones e botões
 - auxílio e dicas;
 - linguagem *versus* público-alvo;
 - universalidade da linguagem;
 - estrutura;
 - navegabilidade;
 - mapeamento;
 - memória; e
 - integração.

- Recursos motivacionais — relativos ao interesse que o hipertexto propicia e mantém no usuário, sendo desdobrado na coerência entre os seguintes subitens:
 - atratividade;
 - desafios pedagógicos;
 - interação com o usuário;
 - *layout* da tela;
 - carga cognitiva;
 - receptividade pelo aluno.

- Adequação das atividades pedagógicas — relativo à coerência com a base epistemológica de escolha do autor, sendo desdobrado na consistência dos seguintes subitens:
 - nível das atividades; e
 - a questão do erro e do acerto
- Adequação dos recursos de mídia às atividades pedagógicas — relativo à adequação dos recursos de hipermídia, imagem, animação, sons e efeitos sonoros às atividades pedagógicas, sendo desdobrado nos subitens:
 - hipertextos em quantidade e qualidade;
 - imagem e animação; e
 - sons e efeitos sonoros.
- Interatividade social — relativo ao favorecimento do trabalho em grupo, sem que se descarte a possibilidade de trabalho individual. Desdobramento nos seguintes subitens:
 - interação intragrupo;
 - interação intergrupos; e
 - interação transgrupos.

FUNDAMENTAÇÃO PEDAGÓGICA: relativo à base pedagógica que permeia as atividades no hipertexto, abrangendo os seguintes itens:

- Clareza epistemológica — referente à base pedagógica que permeia o desenvolvimento do hipertexto com desdobramento nos seguintes subitens:

- explicitação dos fundamentos pedagógicos; e
- consistência pedagógica.

CONTEÚDO: relativo aos níveis de exigência para o trabalho com a área do conhecimento selecionada para o desenvolvimento do hipertexto, abrangendo os seguintes itens:

- Pertinência do conteúdo — referente à seleção adequada do conteúdo do hipertexto, com desdobramento nos seguintes subitens:
 - adequação do hipertexto ao conteúdo nele trabalhado; e
 - excelência do hipertexto como ferramenta didática para aquele conteúdo.
- Correção do conteúdo — relativo à correção do conteúdo, de sua organização lógica, forma de representação e simplificação.
- Estado da arte — refere-se à atualidade de conteúdo e metodologia.
- Adequação à situação de aprendizagem — relativo à adequação do conteúdo ao público-alvo e ao currículo escolar.
- Variedade de abordagens — em relação à multiplicidade de atividades propostas no hipertexto e alternativas de aprofundamento

PROGRAMAÇÃO: relativo a qualquer *software* como um programa produzido para rodar no computador, abrangendo os seguintes itens:

confiabilidade conceitual — referente à implementação satisfatória de tudo o que foi projetado e à correspondência às necessidades que geraram seu desenvolvimento. Desdobramento nos subitens:

- fidedignidade (correção; atualidade; precisão; completeza; simplicidade; concisão)
- integridade (robustez; segurança)

- facilidade de uso — refere-se à facilidade de interação do usuário com o hipertexto e à viabilidade de utilização do mesmo ao longo do tempo. Desdobramento nos subitens:
 - legibilidade (clareza; estrutura; rastreabilidade);
 - manutenibilidade (alterabilidade);
 - operacionalidade (compatibilidade; oportunidade);
 - reutilizabilidade;
 - custo/benefício (economia de processamento, rentabilidade);
 - avaliabilidade (verificabilidade, validabilidade);
 - modularidade;
 - documentação (manual, guia de apoio, manual do usuário, informações de capa, apresentação de capa).

Vale registrar que os critérios acima expostos são propostos por Oliveira et al. (2001) no sentido de permitir uma avaliação completa das funcionalidades de um objeto educacional digital. Dentro da nossa perspectiva, segundo a qual o professor poderá atuar no papel de avaliador, critérios demasiadamente técnicos não fomentarão critérios de avaliação dos aspectos digitais do LDD.

Vale registrar que, graças à proliferação de plataformas e tecnologias digitais, o processo hipermediático de navegação na Internet passou a transcender a *web*. O hipertexto hoje não precisa mais ser apenas um *link* na *web*, pode ser também um *QRcode*²⁰, um SMS, um *link* em aplicativo móvel, entre inúmeras outras possibilida-

²⁰ **Código QR** (sigla do inglês *Quick Response*) é um código de barras bidimensional que pode ser facilmente escaneado usando a maioria dos telefones celulares equipados com câmera. Esse código pode ser convertido em texto (interativo), um endereço URL, um número de telefone, uma localização georreferenciada, um e-mail, um contato ou um SMS. Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_QR. Acesso em: 22/04/2014.

des. Dessa forma, a construção da leitura se dá tanto de forma hipermidiática não linear, quanto de forma transmidiática (GABRIEL, 2013).

De acordo com a autora, o ambiente de aprendizagem, portanto, torna-se ainda mais rico e, ao mesmo tempo, mais complexo. Ela conclui, com isso, que é necessário pensar em modelos mais adequados para a educação, tais como o desenvolvimento de projetos de conteúdos transmídia com as seguintes características (id, p. 116):

- O conteúdo transcende uma única mídia, de forma que cada mídia contribui com suas potencialidades — interatividade, funcionalidade, restrições etc;
- cada mídia pode ser o ponto de entrada para o conteúdo, portanto, cada mídia precisa conter uma parte completa desse conteúdo que incentive a continuidade da navegação para as demais partes/mídias, mas que não dependa deles para ser compreendida; e
- o conteúdo precisa ser interessante para o estudante em qualquer ponto de entrada, portanto, o conteúdo deve ser pensado sob o ponto de vista do leitor, e não do autor.

Essa última característica dialoga bem com a teoria de Chevallard, no sentido de que o conteúdo (ou, no caso, o saber) precisa se tornar "didatizável", o que implica efetuar transposições (adequações, contextualizações) para apresentar ao educando.

De posse desses referenciais teóricos — da transposição didática de Chevallard e das características do hipertexto de Lévy — procederemos, no próximo capítulo, à confecção de critérios que possam executar a avaliação do LDD de Física.

CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa executada no escopo deste trabalho apresenta claramente características de uma pesquisa de cunho qualitativo, baseada em levantamento e revisão bibliográfica sobre o tema. Tratamos da adequação, junto ao referencial teórico, de informações que nos permitam elencar critérios adequados para a avaliação de um LDD obtidos nos referenciais bibliográficos

De fato, não existem critérios definidos na literatura para uma revisão de livros didáticos digitais de Física. Assim, a metodologia deste trabalho consiste na transposição de critérios já utilizados para avaliação de livros didáticos de Física e de outros que versam a respeito da avaliação de objetos educacionais digitais, e sua integração com os aspectos do Ensino de Física.

Nessa perspectiva, e graças à revisão bibliográfica, pudemos observar que existe uma preocupação crescente na comunidade científica com a proposição de critérios de avaliação de interatividade, dentre outros critérios, de *softwares* educacionais, assim como estudos de caso em que esses critérios foram aplicados e testados (VEIT; TEODORO, 2002; MEDEIROS; MEDEIROS, 2002). Igualmente, tem havido, por parte da comunidade acadêmica, preocupação quanto avaliação de livros didáticos (BASSO, 2013; e BRASIL, 2011; e SANTOS, 2006).

Porém, no caso do LDD, faz-se necessário que essas duas linhas de pesquisa dialoguem, haja vista que o objeto de estudo dessa pesquisa pertence a ambos os campos, que não se comunicam diretamente. A metodologia da pesquisa se baseia, pois, numa revisão bibliográfica que nos permitiu transpor critérios de avaliação de um livro didático tradicional de Física para um mecanismo que avalie, além disso, a interface midiática que o novo suporte potencializa. Como é um objeto educacional

muito recente, carecemos de casos nacionais, ou de relatos de experiências de sucesso de sua aplicação na literatura. Além disso, por sua origem tão recente, há poucos títulos disponíveis para executar uma avaliação comparativa.

A metodologia dessa pesquisa preocupou-se inicialmente com a obtenção dos dados — no caso, os possíveis critérios de avaliação — que estão dispersos no contexto da revisão bibliográfica nas áreas de pesquisa em *softwares* educacionais interativos nas salas de aula e em avaliação de livros didáticos de Física. Esses critérios foram ajustados ao nosso referencial teórico — a Transposição Didática — nos termos que serão esclarecidos ao longo deste Capítulo.

Das referências pesquisadas, as que serviram como fontes principais para o estabelecimento do objetivo dessa pesquisa foram DALL'ASTA, 2004; RAMOS 2006; GODOI; PADOVANI, 2009; GUIMARÃES et al., 1987; MARCZAK, 2013; MATTOS, 2006; SOUZA; e MOL, 2013, além das obras de BROCKINGTON; PIETROCOLA (2005) e do próprio CHEVALLARD (1998), que nortearam a adequação, e de GABRIEL (2013), que em sua obra apresenta uma série de exemplos da aplicação dos recursos digitais contidos nos novos suportes.

Nessa pesquisa, registra-se a experiência do pesquisador com o uso do LDD de Física. De fato, por mais criteriosa que seja a elaboração desses critérios em fontes bibliográficas reconhecidas, é ingênuo pensar que esses não sejam propostos baseados na concepção deste pesquisador sobre a importância do material didático para o estudante e na crença no enorme potencial que as NTICE oferecem à educação. O contato com o LDD de Física durante o ano letivo de 2013 fez este pesquisador, de antemão, elencar algumas vantagens e desvantagens no seu uso, além de observar uma série de quesitos que necessitam ser cumpridos ao se falar em LDD

interativo. Assim, mesmo sendo consideradas as percepções prévias do pesquisador, procurou-se fazer um trabalho deslocado da situação de caso vivido, objetivando a avaliação de um LDD.

A título de teste para a validação desta pesquisa, aplicamos os critérios elencados para avaliação do LDD em algumas obras digitais de Física adotadas em escolas particulares de Brasília. Os critérios definidos pela pesquisa foram separados em duas classes: (i) critérios que analisam a abordagem e disposição dos conteúdos; e (ii) critérios que propiciam uma avaliação a respeito da interatividade dos recursos existentes na obra digital.

Com o fim de testar os critérios elencados, alguns títulos digitais escolhidos por esta pesquisa foram submetidos à avaliação. O suporte em que eles foram alocados foi o *tablet* iPad®. Esse dispositivo foi escolhido dentre vários modelos existentes no mercado por dois motivos: (i) a maior parte dos livros digitais adotados pelas escolas particulares de Brasília são compatíveis com essa plataforma; (ii) a existência de uma gama maior de LDD, que não os adotados nas escolas de Brasília.

No intuito de selecionar os LDD que são utilizados nas escolas, fizemos uma busca desses materiais por meio das listas de materiais disponibilizadas na Internet e/ou, diretamente, com os professores dessas escolas. A intenção foi dispor do maior número possível de materiais para submetermos aos critérios aqui esboçados.

Infelizmente, muitos desses materiais só são disponibilizados aos estudantes no ato da matrícula na escola, exigindo assim esse cadastro para resgatar a obra. É por esse motivo que julgamos válido solicitar emprestados esses materiais de professores que já estivessem trabalhando com os LDD.

É relevante esclarecermos que, nesta dissertação, o título do livro e o nome dos autores da obra digital serão divulgados, respeitando-se as regras de citação impostas pela ABNT.

4.1 – Critérios de avaliação do LDD de Física

A elaboração dos critérios para avaliação de LDD de Física, objetivo dessa pesquisa, balizou-se em documentos referentes à confecção e avaliação de LD de Física. Dentre os principais documentos que nortearam os critérios aqui elencados, citamos as orientações contidas nos PCN e nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio para a abordagem pedagógica no ensino de Física.

A partir desses documentos, analisamos e adequamos os critérios de avaliação de livros didáticos de Física do PNLD já existentes e contidos no *Guia* do ano de 2012 (o mais atualizado e que referiu-se às obras dedicadas ao Ensino Médio). Foi feita, paralelamente, a vigilância epistemológica sobre os critérios, embasando-nos no referencial teórico da Transposição Didática de Chevallard (1998), representado pelas regras exigidas para a transposição dos saberes cunhadas por Brockington e Pietrocola (2005).

Sobre a avaliação do aspecto digital contido nas obras digitais, baseamo-nos nas obras de SOUZA; MOL (2013), RAMOS (2006), GODOI; PADOVANI (2009), GUIMARÃES et al. (1987), DALL'ASTA (2004) e MATTOS (2006). Nessas pesquisas buscamos elementos que permeiassem a potencialidade dos recursos tecnológicos que acreditamos dever estar presentes nas obras didáticas digitais.

Outras obras, com contribuição mais pontual, foram adotadas na transposição dos critérios que apresentaremos. Elas serão citadas nos esclarecimentos relacionados aos critérios que justificam.

4.1.1 – Parâmetro I - Critérios Pedagógicos

Em nossa concepção de ensino de Física, a obra que se destina a servir como balizadora do processo de ensino e aprendizagem precisa atender às concepções estabelecidas pelos PCN, em consonância com o disposto nas Diretrizes Curriculares do Ensino Médio.

Com efeito, o LDD, como as demais obras avaliadas no âmbito do programa do PNLD, precisa atender aos critérios que versem sobre a disposição dos conteúdos e sua abordagem, nos termos do que é preconizado nas Diretrizes Curriculares do Ensino Médio (BRASIL, 2010) e nos PCN (BRASIL, 2000). Precisam, assim, trazer consigo uma abordagem contextualizada dos saberes, adequando-os ao nível dos estudantes, e primando sempre pelo rigor conceitual e pela não valorização da memorização, condições essas primordiais para a avaliação da obra didática.

A pesquisa a seguir não é meramente uma exposição dos critérios já adotados pelos avaliadores do PNLD no que tange à avaliação dos conteúdos ali trabalhados, mas sim uma releitura desses, nos termos das Regras da Transposição Didática, com foco na avaliação de uma obra digital. Reforçamos que o edital do PNLD/2015 não apresentou parâmetros que nos permitissem aferir a eficácia e abrangência dos recursos digitais contidos na obra. Também não acreditamos que os conteúdos dispostos no LDD seguirão os mesmos critérios da avaliação do livro tradicional, pois, por exemplo, a natureza não linear da obra vai de encontro à segmentação dos conteúdos preconizados nas edições anteriores do PNLD.

Partindo do exposto nesse primeiro parâmetro, vamos elencar e justificar os critérios que versam sobre a escolha, a abordagem dos conteúdos, a presença de exercícios e outras atividades, enfim, aspectos que dialogam com a teoria da Trans-

posição Didática de Chevallard (1998) e que acreditamos serem relevantes de ser levados em consideração pelos professores/avaliadores no ato de escolha de um LDD de Física.

Em relação à obra avaliada, pode-se observar:
1) O claro atendimento a alguma concepção metodológica escolhida pelo autor ao longo da obra (tecnicista, construcionista, sócio interacionista etc.)?
2) Esclarecimentos claros e orientações precisas contidas no manual do professor?
3) A proposição de atividades diversas (exercícios, práticas experimentais, simulações, pesquisas etc.) norteadas pela concepção escolhida?
4) No manual do professor, está sugerida uma bibliografia de auxílio ao docente?
5) Uma preocupação em não apenas transmitir o conteúdo, mas em instigar educando a desenvolver a capacidade de pensar, formular hipóteses e concluir através do próprio raciocínio?

Quadro 4: Critérios 1 a 5 - Aspectos Pedagógicos.

Os critérios de 1 a 5 atendem às exigências impostas nos PCN e, em especial, no *Guia do Livro Didático* (BRASIL, 2011, p. 11), quando esclarece que a "observância das características e finalidades específicas do manual do professor e adequação da obra à linha pedagógica nela apresentada" é critério eliminatório comum a todas as áreas abrangidas pelo PNLD.

Esses critérios dialogam claramente com a prática da Transposição Didática, em especial na ação do docente com os educandos, ou seja, na transposição do "saber a ensinar" para o "saber ensinado". Chevallard não defende uma concepção metodológica específica, apesar de suas obras se aproximarem mais da abordagem sociointeracionista de Vygotsky. Porém, entendemos por "saber ensinado" não ape-

nas o contido na prática didática do professor, mas também aquele apresentado no pano de fundo da obra didática, planejado e construído com base em concepções pedagógicas.

Aqui vale ressaltar a importância do "manual do professor", para além de um livro contendo as respostas dos exercícios propostos, como um orientador e esclarecedor da concepção adotada na obra. Defende Santos (2006, p. 128), ao referir-se ao "livro do professor" no contexto das pesquisas com *livros didáticos de Química* (LDQs) que

o livro ou manual do professor é uma obra que objetiva auxiliar o educador em sua prática pedagógica, informando e esclarecendo aspectos da obra. Atualmente, todos os LDQs distribuídos aos professores vêm com o "manual do professor". Entretanto, as diferenças destes são muito grandes. (id, i-bid).

Santos (2006) defende também que nesse material deve haver espaço para a formação, discussão e enriquecimento do professor e do aluno. Citando Gérard e Roegiers (1998)²¹, Santos (2006) esclarece que o manual do professor "deve atender a quatro funções: informação científica e geral; formação pedagógica; ajuda na aprendizagem; e gestão das aulas e ajuda nas avaliações".

Concluimos a discussão desse conjunto de critérios reforçando a importância de um manual para o professor que apresente uma bibliografia complementar, propostas de atividades consistentes com a prática pedagógica, além de "explicitar as opções didáticas dos autores, referenciá-las, dar informações importantes sobre o uso do livro" (SANTOS, 2006, p. 131).

²¹ GÉRARD, F. M; ROEGIERS, X. Conceber e avaliar manuais escolares. Porto: Porto Ed. 1998. 344 p. GIORDAN,

6) A presença de objetos educacionais lúdicos consistentes à proposta pedagógica da obra e adequadamente articulados a ela, que explorem as potencialidades do suporte digital, tais como vídeos, imagens, áudios, textos, gráficos, tabelas, tutoriais, aplicações mapas, jogos educativos, animações, infográficos, páginas da web e outros elementos?

7) A existência de atividades propostas que exploram as concepções prévias dos estudantes como oportunidades para desenvolver a aprendizagem?

Quadro 5: Critérios 6 e 7 - Aspectos Pedagógicos.

Nesse rol de critérios, aproximamo-nos mais uma vez da teoria de Chevallard, e observando que o suporte digital transpõe mais uma vez o saber, nesse caso uma transposição de ordem metodológica. A presença de objetos educacionais que tornem o conhecimento mais compreensível foi interpretado por Brockington e Pietrocola (2005) como a Regra 5 da Transposição Didática, pois esses objetos permitem a aprendizagem (significativa) dos conceitos.

Numa perspectiva construtivista, alguns dos objetos educacionais citados, tais como jogos educativos e simulações, permitem ao usuário que, de forma lúdica e de posse do conhecimento e de orientações (por parte do *software* ou do professor, ambos assumindo posto de mediação), possam avançar em direção à aprendizagem significativa. Quanto a esse aspecto, justificam Oliveira et al. (2001, p. 116) que, numa concepção construtivista de elaboração de um *software* educativo,

é fundamental a presença de uma orientação acompanhando o software, de modo a instrumentalizar o seu uso. Esta contém justificativas para a importância da sua utilização no processo de ensino-aprendizagem e sugestões de recursos adicionais para o seu uso em contextos educativos variados, além de outros aspectos. (id, p. 116).

Para os autores, claramente direcionados a uma concepção construtivista de elaboração de *softwares* educacionais, a programação desses deve ser feita seguindo metodologia que leve em consideração a questão do erro e do acerto na inte-

ração com o programa (p. 117). Entendem que, em caso de acerto, ao invés de uma mensagem do tipo "você acertou", ou "parabéns!", o que simplifica o processo no sentido de uma submissão a esquemas interpretativos, devam ser fornecidos novos desafios, "de modo a garantir uma experiência maior em relação ao objeto de conhecimento com o qual o aluno esteja interagindo".

Para Gabriel (2013), o vídeo é uma das principais tendências no ambiente digital, favorecido pela facilidade de aquisição e compartilhamento em rede. Partindo de uma revisão bibliográfica²², esse autor conclui que o vídeo auxilia o processo de educação de diversas formas (p. 212):

- Aumenta o engajamento e entusiasmo entre os estudantes;
- Otimiza os recursos das escolas e universidades;
- Facilita a colaboração;
- Atende diferentes estilos de aprendizagem;
- Melhora os resultados do aprendizado.

- Enquadra o assunto; possibilita pré-visualização dos assuntos a serem discutidos posteriormente; fornece contexto; e trabalha conceitos complexos;
- Adapta o ritmo da visualização para as necessidades individuais de cada aluno;

²² *The impact of Video in Education*. Disponível em: <<http://edtechtimes.com/2012/10/05/the-impact-of-video-in-education-infographic/>>. Acesso em: 11 mar. 2013.

- Expande o aprendizado, possibilitando novamente após a discussão em aula.

Gabriel (2013) nos lembra que, com o avanço da tecnologia e da qualidade da banda larga móvel, o vídeo começa a ser acessível virtualmente em qualquer lugar.

Em relação às atividades propostas pelo LDD, espera-se que sejam para além de exercícios como os contidos nos livros tradicionais. É claro que esses exercícios, assim como no predecessor do LDD, terão papel importante na *programação* do saber, aspecto basilar na teoria de Chevallard (1998), reforçada por Brockington e Pietrocola (2005) no escopo da Regra 4. Porém, em atenção às possibilidades que o novo suporte traz, esperamos que o uso de suas tecnologias modifique a relação com o conhecimento no campo do ensino das Ciências. Uma potencialidade advinda dos suportes digitais, a qual permitiria, a princípio, uma (r)evolução no conhecimento, é a mobilidade, tendência internacionalmente conhecida como *m-learning* (GABRIEL, 2013, p. 215). De acordo com a autora, as possibilidades transformadoras dessa tecnologia são muitas. Dentre as atividades que podem ser propostas utilizando a mobilidade do suporte digital, a autora sugere:

- Atividades de campo, tais como caça aos *QRcodes*, que ampliam as informações que são apresentadas no texto da obra digital;
- A utilização do LDD em experiências de laboratórios, onde o suporte não apenas é meio de interação com o experimento (podendo-se filmar o experimento e, com um aplicativo adequado, fazer uma análise gráfica a partir do que foi filmado), como também, a partir do uso dos *QR-codes*, ter acesso a informações e instruções em vídeos sobre os procedimentos experimentais a serem adotados;

- Dinamizar a apresentação de informações aos estudantes, tais como as características dos elementos químicos dispostos na Tabela Periódica. Por meio do *QRcode*, o professor Martyn Poliakoff "desenvolveu uma versão em que cada elemento tem um QRcode que, quando escaneado, apresenta um vídeo sobre as características químicas daquele elemento" (id. p. 217).

Essas atividades, dentre elas a Tabela Periódica em questão, são apresentadas como um exemplo de atividade que pode ser desenvolvida no âmbito do LDD e que de fato utiliza todas as potencialidades do suporte digital, não apenas apresentando o texto do livro didático digitalizado.

8) A abordagem de temas atuais e relevantes para a Física, dentro de uma concepção de ciência, tecnologia e sociedade?
--

Quadro 6: Critério 8 - Aspectos Pedagógicos.

Esse critério está baseado na *atualidade moral* que o saber precisa ter ante a sociedade, nos termos da Transposição Didática, para que seu ensino seja legitimado. É nesse aspecto que se baseiam as Regras 1 e 2 da transposição citadas por Brockington; Pietrocola (2005). Na primeira regra, há a necessidade de se modernizar o saber escolar a partir da inserção de saberes que surgem no âmbito das pesquisas científicas atuais e nos recursos tecnológicos oriundos das indústrias. Porém essa "modernização" faz muito mais do que acrescentar novos conteúdos. Propicia também uma articulação entre esses saberes e as questões que envolvem o contexto do educando.

Como discutimos, os PCN (2000) preconizam que as Ciências, especialmente a Física, precisam ser apresentadas como um conjunto de competências específicas que "permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante" (BRASIL, 2000, p. 2).

Para os PCN de Física, a apresentação de **temas estruturantes** ao longo da obra (seja em seções ou em capítulos da obra didática) favorecem um aprendizado mais significativo. Assim sendo, espera-se de um bom LDD de Física a presença de questões e temas contextualizados, nacionalmente e localmente, já que a estrutura dessa obra não é rígida como a de um livro impresso, e, isso sim, mutável e modificada não apenas pelo autor principal da obra, mas por seus usuários.

Essa é uma diferença e uma vantagem vital dos LDD: a possibilidade de sofrer ajustes, acréscimos, de fomentar debates entre os estudantes da mesma turma, da escola e da cidade, em torno de um tema. Explorar essa potencialidade do novo suporte digital, a partir de um ensino de Física contextualizado e atual, é, sem dúvidas, a forma mais significativa e incentivadora de se tomar posse do conhecimento.

9) A existência de situações-problema que oportunizem o desenvolvimento social e colaborativo do conhecimento, tais como problemáticas de ordem ambiental, tecnológicas, éticas, histórico-sociais etc.?
10) O encorajamento à autonomia e ao desenvolvimento da criatividade, graças a recursos que são autoexplicativos, ou que solicitam pesquisas por parte do usuário?
11) A possibilidade de <i>feedback</i> ao usuário em relação às atividades pedagógicas propostas, tais como exercícios avaliativos, questões exploratórias de concepções prévias etc.?

Quadro 7: Critérios de 9 a 11 - Aspectos Pedagógicos.

De acordo com Oliveira et al. (2001, p. 130), a interatividade social é relativa ao "favorecimento do trabalho em grupo, sem que se descarte a possibilidade de trabalho individual". Sendo assim, elementos e atividades digitais que estejam voltados ao fomento da interação entre grupos de educandos, conectados via LDD, onde há compartilhamento de desenvolvimentos individuais e coletivos, compartilhamento de informação e construção colaborativa de conhecimento, caminham em direção ao favorecimento da motivação e da aquisição dos conhecimentos de forma expressiva. Portanto, um LDD integrador deve ser capaz de incentivar o trabalho em grupo e, em sua interface, prover o local de diálogo e conflitos de ideias. *Softwares de chats*, com possibilidade de integração de vídeo, imagem, e outros aplicativos seriam valiosos nesse sentido.

De acordo com Godoi e Padovani (2009, p. 446), "a interação entre pares é crucial para o desenvolvimento de comunidades de aprendizagem, permitindo aos

alunos desenvolverem habilidades interpessoais e compartilhem conhecimento como membros de uma comunidade".

A necessidade de se aferir as concepções prévias do educando e embatê-las com o conhecimento científico encontra aporte na Regra 5 da Transposição Didática apresentada por Brockington e Pietrocola (2005), já que o embate de tais conceitos conduz naturalmente o educando à compreensão do modelo científico. Segundo Santos (2006, p. 173),

espera-se que o aluno interaja com os conteúdos e coopere com os colegas na construção dos conceitos e métodos científicos. Defende-se que o aluno parta de questões concretas para estabelecer relações abstratas entre os conceitos e os conteúdos presentes nas atividades de aprendizagem.(id, p. 173).

É importante ressaltar que um verdadeiro LDD integrador é adaptável ao usuário, ou seja, estudantes que apresentam mais dificuldades de aprendizagem diagnosticadas pelo próprio livro, a partir de teste de sondagem e medições nos índices de participação e cumprimento do conteúdo, recebem uma carga diferenciada de exercícios com a intenção de promover o avanço do educando. Já para aqueles mais comprometidos e empenhados com o estudo da disciplina, o LDD também serve de aporte, apresentando mais textos e desafios à medida que são cumpridos os conteúdos.

12) A promoção do desenvolvimento do raciocínio, a partir da adequada disposição dos conteúdos, atividades etc., referenciando-se à proposta pedagógica do livro, além de zelar pelo gradativo aumento do nível das atividades propostas?
13) A adequação dos textos e da linguagem (inclusive a técnica) ao nível do educando?
14) A possibilidade de reorganizar os conteúdos, de forma criativa e interdisciplinar, baseados em eixos temáticos, ou na priorização de competências/habilidades ou por meio de contextos semelhantes?
15) A presença predominante de textos e bibliografias atuais e contextualizadas favorecendo a organização da sequência do processo de ensino e primando pela aprendizagem significativa dos usuários?

Quadro 8: Critérios de 12 a 15 - Aspectos Pedagógicos.

A teoria da Transposição Didática de Chevallard (1998) está centrada na adaptação que os saberes devem sofrer em direção à didatização, sendo, pois, uma adequação de ordem metodológica no sentido de prover uma didática para que os saberes possam ser apresentados aos educandos. Essa adequação, como pudemos perceber, está calcada na divisão do saber, retirando-o do seu contexto original e imprimindo-lhe características que sejam escolares, tais como *programabilidade*, *operacionalidade*, dentre outros.

Com o fim de cumprir as Regras da Transposição Didática sugeridas por Brockington e Pietrocola (2005), apresentamos esses quatro últimos critérios de cunho pedagógico.

Nos critérios 12 e 13, nota-se a preocupação com a didatização dos conteúdos apresentados no LDD de Física. Entendemos que, na busca pela modernização dos saberes escolares, Chevallard nos apresenta uma maneira de interpretar essa "modernização" não apenas com a inserção de novos conhecimentos, dos mais atuais na prática da Ciência, mas com a inserção de práticas pedagógicas inovadoras. Sendo assim, e em respeito à adequação dos saberes, propomos critérios que ver-

sem sobre a adaptação de conteúdos (em relação à forma apresentada, ao trajeto escolhido, às atividades apresentadas etc.).

Os critérios 14 e 15 estão dialogando com a justificativa anterior, bem como com a possibilidade de mutação que o LDD possui. A obra digital não é engessada, pois ela deve ser escrita em nível hipertextual, o que permite aos usuários escolher os próprios caminhos entre textos, atividades, *links* de busca externa, mas sempre deslocando-se em direção à aprendizagem significativa. Sendo assim, e tendo em vista a contextualização constantemente citada pelos PCN (BRASIL, 2000.), uma obra que seja, em parte, janela para o mundo que rodeia o educando favorecerá a aprendizagem, pois o estudante conferirá aos saberes legitimidade pela atualidade.

16) A integração harmoniosa de elementos tais como textos, imagens, gráficos, mapas, sons, vídeos, animações, simulações, infográficos, etc.?
17) O incentivo à interação social dos educandos (entre pares e com o professor), utilizando-se para tal o suporte digital como espaço onde se promovem debates, sempre no sentido da construção colaborativa do conhecimento, tais como em salas de <i>chats</i> ou comunidades em redes sociais?
18) O levantamento de discussões sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, promovendo a formação de um cidadão capaz de apreciar e se posicionar criticamente diante das contribuições e impactos da Ciência e da Tecnologia sobre a vida social e individual?
19) A inserção adequada e funcional de auxílios externos (<i>web</i>), devidamente escolhidos e pertinentes ao processo educativo?
20) Situações problema que exijam dos educandos o uso das potencialidades do suporte, tais como a mobilidade conectada, a elaboração de imagens/vídeos, o uso de aplicativos específicos e do GPS, a leitura e elaboração de códigos QR, dentre outras?
21) Objetos educacionais que envolvam o educando na busca da compreensão do modelo científico estudado, a partir dos conceitos de interatividade, em simulações e animações?
22) A existência de um processo operacionalizado e contínuo de avaliação, levando em conta as necessidades e características individuais dos usuários, bem como as competências e habilidades exigidas no processo de aprendizagem?
23) Que favorece o processo de ensino e aprendizagem de conceitos e fenômenos a partir de as analogias e/ou metáforas, garantindo, no entanto, a explicitação de suas semelhanças com o modelo científico real, bem como as limitações e diferenças?
24) O zelo ao se apresentar fórmulas matemáticas e demais símbolos técnicos, buscando, sempre que possível, demonstrar de onde essas relações surgiram, bem como a importância do rigor da linguagem ali usada?
25) A apresentação do conteúdo dá-se de forma contextualizada e interdisciplinar, trazendo situações-problemas reais (ou próximas) e evitando o mero processo de memorização o que envolve, assim, o educando numa dimensão maior do processo educativo?

Quadro 9: Critérios de 16 a 25 - Aspectos Pedagógicos.

Esse rol de critérios focaliza a particularidade do processo de ensino e aprendizagem de Física, em suas características e peculiaridades. São baseados no desenvolvimento de critérios adotados na avaliação dos livros didáticos submetidos ao PNLD, como observado, no caso do livro didático de Química, por Santos (2006).

Nesses critérios, observou-se a importância do rigor dos conceitos, e, de forma equivalente, se os procedimentos presentes na obra favoreceriam a consecução dos objetivos educacionais particulares da metodologia do ensino das Ciências.

Sendo assim, há uma superavaliação do aspecto da contextualização dos saberes trabalhados, em respeito aos PCN (BRASIL, 2000). Além disso, e em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2010):

A ciência, portanto, que pode ser conceituada como conjunto de conhecimentos sistematizados, produzidos socialmente ao longo da história, na busca da compreensão e transformação da natureza e da sociedade, se expressa na forma de conceitos representativos das relações de forças determinadas e apreendidas da realidade. O conhecimento de uma seção da realidade concreta ou a realidade concreta tematizada constitui os campos da ciência, que são as disciplinas científicas. Conhecimentos assim produzidos e legitimados socialmente ao longo da história são resultados de um processo empreendido pela humanidade na busca da compreensão e transformação dos fenômenos naturais e sociais. Nesse sentido, a ciência conforma conceitos e métodos cuja objetividade permite a transmissão para diferentes gerações, ao mesmo tempo em que podem ser questionados e superados historicamente, no movimento permanente de construção de novos conhecimentos. (ibid, p. 161 - 162, grifo nosso).

Vemos aqui a exigência da abordagem social e histórica em que a ciência foi desenvolvida, não meramente a citação de dados biográficos dos atores das descobertas científicas.

Nos termos da teoria de Chevallard (1998), a maior parte dos critérios supracitados que avaliam a particularidade do processo de ensino e aprendizagem de Física, fazem jus às regras apresentadas por Brockington e Pietrocola (2005), explanadas na seção teórica desta dissertação. No entanto, mesmo observando que o nosso aporte teórico pode não englobar todos os critérios aqui elencados, apresentaremos uma breve discussão sobre o critério 20.

Como aspecto vital da teoria da Transposição Didática de Chevallard, os saberes a serem transpostos precisam ser passíveis da “*dessincretização*”, que consis-

te na ação de retirar certo conhecimento científico do seu contexto original, substituindo as especializações da prática científica pelas da prática educativa.

Nesse momento, reafirmamos a concordância com Cordeiro e Peduzzi (2013), os quais relatam que uma excessiva e descuidada descontextualização pode desfavorecer o aprendiz, fazendo-o ter uma impressão fantasiosa a respeito dos processos da Ciência.

Em nossa leitura, Chevallard deposita no professor e no material didático a responsabilidade de guiar e orientar a apresentação histórica dos conceitos relacionados ao desenvolvimento histórico-social das Ciências, pois esse influencia diretamente o caminho do desenvolvimento científico.

Logo, é incompreensível que a Mecânica Newtoniana seja apresentada aos estudantes nos livros didáticos sem o devido e cuidadoso aprofundamento nos aspectos da evolução histórica da relação entre força e movimento. Ou que conceitos como o de calor, de corrente elétrica e de éter luminífero não sejam relacionados com os embates históricos entre os cientistas da época.

Obviamente, a transposição didática continuará acontecendo, pois de qualquer forma o estudante não está em contato com o saber sábio, em seu contexto, profundidade e linguagem própria. É do professor (e também do livro didático) a responsabilidade pela vigilância didática, o que, em nossa maneira de conceber o ensino de Física, não concede a eles o direito de omitir essa parte importante da ciência.

4.1.2 – Parâmetro II - Critérios Digitais

Os critérios observados nesse parâmetro visam julgar o uso máximo das potencialidades dos recursos digitais que os suportes apresentam. Já discutimos na seção teórica que não podemos apenas valorizar a mobilidade conectada do suporte, pois isso seria menosprezar a total capacidade desses recursos.

Os critérios foram, também, adaptados de critérios já existentes sobre avaliação de *softwares* educacionais, ampliando, contudo, a dimensão de atuação, já que nas plataformas onde o LDD será alocado, vários aplicativos e recursos podem fazer o papel de um único *software* educacional, além de prover os atores envolvidos no processo com outras fontes de informação graças à conexão em banda larga.

Muitas das potencialidades dos LDD dependem do uso da *web*. Sendo assim, caso o Sistema de Ensino/escola desejem adotar materiais com a característica digital avaliada nesse trabalho, precisam implementar mudanças estruturais, além de fornecer treinamento para os docentes com o fim de fomentar o uso total dos recursos digitais.

A realidade da introdução dos LDD nas escolas de Brasília tem se mostrado negativa, no sentido de que algumas dessas já retrocederam na criação e adoção dos LDD, ao notarem que sem o devido investimento em estrutura e treinamento, o suporte torna-se subutilizado e que, sendo como uma "janela para o mundo", os educandos o utilizam para se distrair nas aulas tradicionais.

Então, o LDD integrador, nas palavras de Souza e Mól (2013), precisa contemplar as quatro dimensões do que chamou de *Pedagoware*, a saber: as interações (entre os atores: aluno - professor - conteúdo), a gestão de recursos (*design* e *layout* digital), a assistência à aprendizagem (uso de ferramentas de busca e multimidiáti-

cas); e, por fim, a gestão de ensino e aprendizagem (que versa sobre a *operacionalidade* dos saberes). Assim, os critérios elencados nesse parâmetro se relacionam com algumas dessas dimensões do *Pedagoware*.

Como fundamentação teórica para todos os critérios apresentados nesse parâmetro, o conceito de hipertexto em Lévy norteará os critérios elencados para julgar os recursos multimidiáticos contidos no LDD, pois acreditamos que essas obras, nesse suporte, precisam valorizar os aspectos de sua natureza hipertextual.

Em relação aos aspectos digitais da obra avaliada, é possível observar:
1) A existência de instruções prévias que orientem o uso dos objetos educacionais digitais contidos na obra, bem como um índice remissivo dessas?
2) A presença de ícones/botões de ajuda/informação ao longo do texto, favorecendo a autonomia do educando?
3) Auxílios e dicas para o uso dos objetos educacionais digitais presentes, tais como vídeos, simulações, animações, infográficos, mapas, <i>hyperlinks</i> etc.?
4) O zelo na escolha adequada de uma linguagem cientificamente precisa e adequada ao público alvo?
5) Uma preocupação na escolha de um <i>layout</i> bem definido e amigável ao usuário, que possa sofrer adaptações em atendimento às necessidades do educando?

Quadro 10: Critérios de 1 a 5 - Aspectos Digitais.

Os Critérios 1, 2 e 3 se aproximam do que Ramos (2006) estabeleceu como critérios para que o texto sofresse a transposição para hipertexto: o incentivo à livre navegação (autônoma) e a construção de auxílios internos no próprio texto. Com base na avaliação de *software* educacional, respeitamos a "facilidade de uso" postulada por Oliveira et al. (2001), parâmetro melhor detalhado na fundamentação teórica desta pesquisa.

O Critério 4, além de encontrar menção nos PCN (BRASIL, 2000) — como a primeira das competências a serem desenvolvidas pelos educandos no processo de ensino e aprendizagem de Física— e na Teoria da Transposição Didática de Chevallard (1998), encontra também suporte no referencial teórico de Oliveira et al. (2001) para características que avaliam adequadamente um hipertexto de cunho educativo, quando estabelece que o conteúdo (e a linguagem em que ele é apresentado) precisa adequar-se ao público-alvo e ao currículo escolar.

O Critério 5 tem fundamentação no critério de avaliação de estruturas hipertextuais que apresentem recursos motivacionais, dentre eles *layouts* atrativos e adaptáveis às necessidades especiais do educando, como defendem Souza e Mól (2013), sendo essa uma das dimensões do *Pedagoware*. Mas se aproxima também da dimensão inclusiva que o ensino deve possuir. Obras que possuam variação de fonte das letras, zoom, legendas em vídeos e animações, mudança de contraste etc se inclinam positivamente em direção a esse critério.

6) A presença de algum texto ou objeto educacional na introdução dos tópicos abordados, cuja temática seja contextualizada, fornecendo uma motivação para o estudo do conteúdo e uma explicação ao layout escolhido?
7) Clareza nos procedimentos de interação com os objetos educacionais, sendo intuitivo ao usuário, mesmo esse não sendo usuário comum de equipamentos digitais, ou apresentando algum auxílio para a correta execução do objeto?
8) O incentivo à livre navegação ao longo do conteúdo, por meio de <i>hiperlinks</i> ou <i>links</i> externos, em caracterização a um texto não linear, tornando-o particular a cada usuário?
9) A possibilidade de adequação do conteúdo/ordenamento para o público alvo, por parte do professor?
10) A apresentação do conteúdo incrementada por objetos <i>hipertextuais</i> , vinculados ao conteúdo, tais como bolhas (caixas) de informação, infográficos, figuras interativas etc.?

Quadro 11: Critérios de 6 a 10 - Aspectos Digitais.

O Critério 6 não só encontra respaldo na concepção de ensino de Física preconizada nos PCN (BRASIL, 2000), como também representa uma característica motivacional que os recursos digitais podem assumir. A customização da interface é, além disso, uma característica do hipertexto que permite que ele seja alterado, de acordo com a interação do usuário, determinando a interatividade que o hipertexto deve apresentar, segundo Lévy (1993).

O Critério 7, tal como os Critérios de 1 a 3, refere-se a um mecanismo que favorece a livre navegação do usuário no texto e incentiva a interatividade, além de ser uma consequência da estrutura hipertextual a multimodalidade, ou seja, possuir várias formas distintas de objetos educacionais digitais integrados no mesmo escopo.

Os Critérios 8 e 10 referem-se claramente aos princípios constitutivos do hipertexto, em especial a interatividade e a não linearidade, conforme nos demonstrou Ramos (2006). Esses critérios, por sua vez, fazem referência aos princípios da multiplicidade e heterogeneidade do hipertexto na concepção de Lévy (1993). A respeito da heterogeneidade, Lévy afirma que as comunicações serão multimodais, assim como a memória imagens, sons, palavras etc. Para o filósofo, essas mensagens multimodais são o que deve ser chamado de “digital”.

O Critério 9 foi totalmente extraído do *princípio da metamorfose* de Pierre Lévy. Para o autor, a rede hipertextual está em constante modificação, atualização e transposição. Assim, exercita-se a coautoria, que é entendida por Ramos (2006) como um dos critérios que diferem o texto do hipertexto.

11) Que o esquema de cores e de fonte escolhida favorecem o uso, minimizando o cansaço visual e auxiliam a identificação de objetos educacionais, tais como <i>links</i> , animações e simulações?
12) A presença de conteúdos e tópicos adequadamente indexados, que permitam o fácil acesso ou retorno a partir de partes distintas da publicação ou das referências externas?
13) Que é dotado de uma ferramenta de busca avançada, permitindo o leitor a executar uma procura por termos contidos na obra, além de oferecer a possibilidade de pesquisa externa (web) dos tópicos?

Quadro 12: Critérios de 11 a 13 - Aspectos Digitais.

Os critérios de 11 a 13 estão pautados nas características da multimodalidade e da não linearidade do hipertexto. Devido aos vários tipos de objetos educacionais que interagem constantemente com o texto numa rede hipertextual, faz-se necessária a existência de um controle sobre essa estrutura, não no sentido de limitá-la, mas de mapeá-la.

Assim, recursos de busca (intertextual) e pesquisa (extratextual) cumprem o esperado por Souza e Mól (2013) no que tange à dimensão da assistência à aprendizagem, já que esses e outros recursos facilitam a obtenção de informações e favorecem a autonomia do educando.

14) A escolha e o uso de recursos digitais que motivem o público-alvo, tais como introduções aos conteúdos em formato hipermediático, jogos educativos, questionários interativos etc.?
15) Instruções prévias e referenciadas no manual do professor sobre a utilização do livro digital?
16) A integração harmoniosa de elementos tais como texto, imagem, gráficos, mapas, sons, vídeos, animações, simulações, infográficos etc.?
17) A existência de recursos digitais, por meio dos quais debates entre os estudantes ocorram, tais como salas de <i>chats</i> ou comunidades em redes sociais?

Quadro 13: Critérios de 14 a 17 - Aspectos Digitais.

O Critério 14 justifica-se não apenas pela concepção de ensino de Ciência preconizada nos PCN (BRASIL, 2000), mas também em cumprimento à exigência de

trabalho da área do conhecimento com o hipertexto, valorizando a transposição e contextualização do saber por meio das estruturas multimodais presentes no hipertexto.

O Critério 15 não somente vem atender a uma exigência de caráter eliminatório do PNLD (Brasil, 2013a), como também permite ao docente o melhor domínio das potencialidades do suporte digital. Além disso, aproxima-se do que Souza e Mól (2013) estabelecem como relação “professor-conteúdo”. O professor, de posse das potencialidades, pode favorecer a relação “aluno-conteúdo”.

O Critério 16, de ordem ergonômica, visa garantir que não haja excesso de um elemento em detrimento dos demais. O LDD precisa ser harmonioso no que tange aos recursos ali presentes, valorizando o aspecto multimodal que Lévy valoriza nas estruturas hipertextuais. Observa-se que esse critério aparece em ambos os parâmetros, já que essa característica não é apenas de ordem ergonômica, mas também uma das representações da transposição chevallardiana, em que é incumbência do material ser didático por meio da integração e coerência dos diversos elementos envolvidos.

18) A possibilidade de atualização e modificação de trechos do texto, por parte dos agentes educacionais envolvidos no processo (autor-professor-aluno-conteúdo), no sentido de favorecer a atualização dos saberes, bem como a constante vigilância de sua aplicação em situações cotidianas?
--

19) A inserção adequada e funcional de auxílios externos (<i>web</i>), devidamente escolhidos, atuais e funcionais?

Quadro 14: Critérios 18 e 19 - Aspectos Digitais.

Os Critérios acima apresentados caracterizam outra dimensão do LDD: a da interatividade social intermediada pelo suporte e da possibilidade de coautoria na obra. De acordo com Oliveira et al (2001), na relação entre aluno e hipertexto, a inte-

ratividade social pode ser favorecida pelo uso do recurso tecnológico, sendo esse, portanto, um critério a se observar na avaliação de objeto educacional digital tal como o LDD.

Para Souza e Mól (2013), a dimensão em jogo é a da interação aluno-aluno, agora intermediada pelo LDD. Para esses pesquisadores, essa abrangência do suporte digital caminha em direção à aprendizagem significativa por se aproximar das teorias socioconstrutivistas por meio das interações sociais, considerando-se o contexto no qual se encontram.

Reforçamos, no entanto, que em observância à teoria chevallardiana, o autor da obra precisa continuar se enxergando nela, ainda que abra a possibilidade de adequações por parte dos demais atores envolvidos. Sendo assim, recursos de inteligência artificial, tais como banco de dados atrelados a *tags* (índices) e filtros podem ser utilizados para limitar o poder de edição.

20) Situações problema que exijam dos educandos o uso das potencialidades do suporte, tais como mobilidade, elaboração de vídeo/imagem, uso de aplicativos específicos, do GPS, leitura e elaboração de códigos QR, dentre
21) Objetos educacionais que envolvam o educando na busca da compreensão do modelo estudado, a partir dos conceitos de interatividade, em simulações e animações?
22) Mecanismos de inteligência digital, que favoreçam e individualizem o sistema de avaliação, o caminho percorrido pelo usuário, bem como suas habilidades?
23) Que ela promove analogias e metáforas a partir das potencialidades do suporte digital, garantindo a interatividade e do educando com o objeto educacional e favorecendo o processo de aprendizagem?
24) O zelo ao se apresentar fórmulas matemáticas e demais símbolos técnicos, não permitindo que problemas de incompatibilidade venham a afetar a correta apresentação dessas?
25) A apresentação de objetos educacionais hipertextuais dá-se de forma contextualizada e interdisciplinar, dialogando os conteúdos já tratados (ou a serem), envolvendo o educando numa dimensão maior do processo educativo?

Quadro 15: Critérios de 20 a 25 - Aspectos Digitais.

Os Critérios de 20 a 25 dão um novo significado para a obra hipertextual. Para além dos objetivos demonstracionais, o LDD traz consigo a possibilidade de servir efetivamente como instrumento de aprendizado, e não apenas comum detentor da teoria. Com o uso das potencialidades do suporte, inúmeras atividades podem ser planejadas, criadas e realizadas, colocando todos os atores da cena educacional do Sistema Didático em constante interação.

Para se atingir o máximo da utilização dos meios digitais, é necessário superar a visão ingênua de que qualquer material didático suportado em plataformas digitais é, pois, um material digital. O fato é que para que o material seja tratado como digital, na perspectiva de Lévy (1993), ele precisa ter características hipertextuais.

Um “livro digital” que seja na verdade uma mera cópia digitalizada do livro original, ou contenha, no máximo, figuras animadas, não poderá explorar toda a poten-

cialidade do suporte. Para isso, o uso de aplicativos com acesso às ferramentas de vídeo/foto/som, o uso do localizador GPS e de seus sensores de aceleração, que a maioria dos dispositivos móveis possui, abre uma gama imensa de possibilidades pedagógicas. Se a conexão com a Internet for estabelecida, as possibilidades se expandem assustadoramente.

Logo, é preciso conhecer as possibilidades dos suportes, para se poder planejar um LDD. Um dos recursos que historicamente tem feito a diferença no ensino de Física é o uso das simulações virtuais. Não somente o fenômeno é apresentado, como também é inquirido pelo usuário, que, desafiando os limites das teorias e do suporte, pode estabelecer, conforme seu interesse e curiosidade, os parâmetros. Diferente de uma animação que apenas executa uma espécie de “vídeo virtual”, a simulação precisa estar pronta e programada para responder aos estímulos do usuário. Os LDD precisam trazer essa possibilidade aos usuários. Autores e editoras alegam que esse tipo de objeto educacional é caro, exigindo grande dispêndio de recursos para elaborá-lo, pois algumas plataformas digitais não são compatíveis com a maior parte dos programas que elaboram essas simulações: Java e Flash.

Destacamos que o rápido avanço das tecnologias e das linguagens de programação podem trazer a solução para o impasse. Fala-se das potencialidades da linguagem HTML 5, em muitos aspectos superior a seus concorrentes (em especial a ePub3) e compatível com a maior parte dos suportes digitais móveis.

Essas são sugestões de critérios que foram criados e/ou adaptados a partir das teorias da Transposição Didática e da concepção de hipertexto de Pierre Lévy. Não acreditamos que esses sejam critérios que avaliem a totalidade dos recursos e

potenciais de um LDD, mas sim que podem atender às necessidades de avaliação de uma obra digital entregue ao professor.

Esse campo de estudos está se ampliando a cada ano, o que exigirá dos cursos de formação de professores uma atualização em seus currículos, para acompanharem a velocidade com que o desenvolvimento tecnológico chega às salas de aula, sob o risco de continuarmos formando professores despreparados para dialogar com a tecnologia já dominada pelos educandos. É à constante vigilância didática, prevista na Teoria da Transposição Didática de Chevallard, a que estamos nos referindo, pois agora novas exigências estão sendo feitas pela *noosfera* que rodeia o Sistema Didático, dentre elas a educação digital.

4.1.3 – Montagem do instrumento de avaliação

A partir dos 50 critérios expostos acima separados em dois parâmetros — um avaliando as questões particulares do ensino de Física e o outro avaliando as potencialidades do suporte digital nos termos da hipertextualidade e suas características — e em atendimento a um objetivo específico dessa dissertação, apresentaremos, como proposta didática, os parâmetros e os respectivos critérios tabulados.

Uma indagação pertinente seria o que o professor/avaliador, de posse dos critérios aqui elencados, deveria concluir para cada aspecto observado. Essa questão nos leva inquestionavelmente à realidade em que poucos docentes têm (ou tiveram) acesso a obras digitais, como as analisadas por Souza e Mól (2013). Os próprios autores demonstraram a escassez de títulos digitais disponíveis no mercado brasileiro. Assumindo que o público-alvo do PNL/D/2015 será, em sua grande maioria, docentes que nunca tiveram acesso aos livros digitais, ou seja, com pouca ou quase nenhuma experiência com suportes digitais e tecnologias na educação, não pode-

mos contar com a experiência do avaliador para responder aos quesitos como no quadro abaixo:

Concordo Plenamente	Concordo Parcialmente	Não concordo nem discordo	Discordo Parcialmente	Discordo Plenamente	Não se Aplica
------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------	---------------

Quadro 16: Possíveis respostas aos critérios.

Assinalar com as respostas acima os critérios propostos pressupõe que o avaliador possui experiência com processos de escolha de livros e, minimamente, de recursos digitais.

Observamos que os critérios do PNLD são, classicamente, apresentados como perguntas de respostas diretas, tais como *Sim* e *Não*, ou *Concordo* e *Discordo*. Na própria investigação de Souza e Mól (2013), as respostas atribuídas à presença de pelo menos um elemento das dimensões do *Pedagoware* eram assinadas como *Sim*.

Sendo assim, resolvemos apresentar os critérios elencados num material que permita uma resposta objetiva aos elementos ali observados. A proposta de resposta a cada critério fica, então:

Observado	Não observado
-----------	------------------

Quadro 17: Respostas objetivas aos critérios da avaliação.

O quadro final está apresentado no Anexo 1 desta dissertação.

Acreditamos que o professor/avaliador, de posse desse instrumento, terá condições de executar uma avaliação do LDD, observando as diferenças entre os

títulos que lhe forem apresentados. Afinal, essa avaliação é, em parte, feita no momento de escolha e, por isso, precisa fornecer ao avaliador uma visão panorâmica das obras observadas.

Comparando-se os instrumentos preenchidos para cada obra, acreditamos que o professor poderá escolher, de forma mais adequada e balizada, o LDD que melhor atende às suas expectativas. Ponderamos, no entanto, que esse instrumento não tem a pretensão de estabelecer os únicos critérios que devam ser observados pelo professor/avaliador. Há características particulares de cada escola, programas de ensino advindos de um Sistema de Ensino mais amplo que a própria escola, objetivos de *marketing* com as aprovações de vestibulares, por exemplo. Observemos que essa amplitude é atendida pela teoria chevallardiana, quando promove às *noo-feras* a função de discutir não somente quais saberes deverão ser transpostos ao nível didático, mas também a forma pela qual isso deve ocorrer.

4.1.4 – Avaliação de livros digitais

Um dos objetivos específicos dessa pesquisa era, utilizando o instrumento, executar a avaliação de algumas obras didáticas digitais de Física presentes no local desta pesquisa: Brasília. Por motivos econômicos já abordados na problemática, vimo-nos obrigados a selecionar e avaliar títulos digitais existentes em escolas particulares da cidade.

Essa ação tem o objetivo de demonstrar que os critérios podem fornecer, de forma panorâmica, uma visão geral das obras avaliadas. Como professor/avaliador, buscaremos optar pelos títulos que apresentam a maior quantidade de critérios observados possíveis.

Ressaltamos que nessa proposta de avaliação não foram aplicados pesos aos critérios, diferentemente do que foi observado em Santos (2006). Explica-se essa diferença: no caso da pesquisadora, os professores já possuíam experiência e contato com distintas obras didáticas de Química. Sendo assim, eles podiam estabelecer quais dos critérios julgariam mais pertinentes. No caso do PNDL, são apresentados apenas critérios eliminatórios das obras dos diversos componentes curriculares (BRASIL, 2013a), tais como (no caso das obras de Física):

- “introduz assunto ou tópico conceitual, levando em consideração as concepções alternativas que alunos típicos de educação básica costumam manifestar e que já estão sistematizadas na literatura nacional e estrangeira da área de pesquisa em ensino de Física, bem como as suas experiências socioculturais”;

- “propõe discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, promovendo a formação de um cidadão capaz de apreciar e de posicionar-se criticamente diante das contribuições e dos impactos da ciência e da tecnologia sobre a vida social e individual”;
- “apresenta exercícios e problemas, de modo claro, de acordo com a função de cada tipo de questão/atividade. Os problemas devem ser apresentados mediante enunciados acompanhados da contextualização da situação-problema específica e devem ser abertos o suficiente para estimular/permitir estimativas e considerações por parte do professor e do aluno”;

Nos editais, não há referências a critérios que sejam mais importantes que outros (excetuando-se os de caráter eliminatório, que, caso não sejam atendidos, desclassificam a obra).

Sendo assim escolhemos três obras digitais comercializadas em âmbito local (uma obra) e nacional (duas obras), relacionadas abaixo:

Obras digitais escolhidas para avaliação
CUNHA, R., LOURENÇO, C., TOMAZINI, R. Física Interativa 3º Ano do Ensino Médio. 1ª ed. Brasília. Mobility, 2012.
RAMALHO JÚNIOR, F., FERRARO, N. G., SOARES, P. A. T. Os Fundamentos da Física. Vol. 2. 10ª ed. São Paulo. Moderna, 2009.
BISCULA, G. J., BÔAS, N. V., DOCA, R. H. Conecte Física. Vol. 3. 1ª ed. São Paulo. Saraiva, 2011.

Quadro 18: Lista de obras digitais avaliadas.

Sobre as obras escolhidas, fazemos algumas observações iniciais. A primeira obra, **Física Interativa**, é um livro digital produzido por professores de uma escola particular da cidade. Ela é fruto de uma extensa coletânea de exercícios e materiais elaborados pelos autores ao longo dos anos. Aventuraram-se, então, na elaboração

de uma obra digital voltada exclusivamente para o suporte iPad®, o que legitimou a não adoção de um livro dito tradicional na escola a partir de então. A obra, programada em linguagem ePub 2, não apresenta *website* de apoio ao aluno ou ao professor, nem manual do docente, mas, em contrapartida, traz ilustrações animadas, vídeos legendados de experimentos e de resolução de exercícios, dentre outros objetos educacionais, alguns mais interativos que outros.

A segunda obra, **Fundamentos da Física**, deriva de uma publicação tradicional no ensino de Física e de alcance nacional. A obra é constantemente adaptada às exigências atuais dos programas de avaliação de livro didático, mas a essência do material permanece a mesma. Baseada numa concepção tradicional de ensino de Física, o livro é considerado por muitos docentes como conteudista e pouco inovador. Em atendimentos às crescentes demandas das escolas na busca por objetos educacionais, para além do texto e da imagem, a editora elaborou um *website* de apoio ao aluno/professor, onde é encontrado o manual do docente, com as questões gabaritadas e algumas orientações para o ensino da disciplina, bem como simulações, vídeos e animações que ilustram os conceitos trabalhados nas unidades. No início da presente década, a editora publicou um aplicativo que, baixado em suportes digitais móveis, como *tablets*, permite o *download* e a visualização da obra por meio da plataforma digital. A obra física (livro) e a digital (acessada pelo aplicativo) são idênticas em paginação e conteúdo, sendo essa última permeada de alguns recursos digitais diferentes.

A terceira obra, **Conecte Física**, apresenta-se nos mesmos moldes do **Fundamentos de Física**. Ambas não foram inicialmente pensadas como LDD, mas como livros didáticos impressos. Com a crescente exigência da sociedade e das escolas, tiveram seus conteúdos digitalizados e, maquiados com alguns recursos digitais.

A partir dessas concepções iniciais, relatamos o processo de avaliação destacando e ilustrando alguns pontos importantes.

	Obras avaliadas					
	Física Interativa		Fundamentos da Física		Conecte Física	
	Observado	Não observado	Observado	Não observado	Observado	Não observado
Em relação aos aspectos didáticos da obra avaliada, pode-se observar:						
1) O claro atendimento a alguma concepção metodológica escolhida pelo autor ao longo da obra (tecnicista, construcionista, sociointeracionista etc)?	✓	✓		✓		✓
2) Esclarecimentos claros e orientações precisas contidas no manual do professor?		✓	✓		✓	
3) A proposição de atividades diversas (exercícios, práticas experimentais, simulações, pesquisas etc) norteadas pela concepção escolhida?		✓	✓		✓	
4) Que no manual do professor está sugerida uma bibliografia de auxílio ao docente?		✓	✓		✓	
5) Uma preocupação em não apenas transmitir o conteúdo, mas em instigar o educando a desenvolver a capacidade de pensar, formular hipóteses e concluir através do próprio raciocínio?	✓			✓		✓
6) A presença de objetos educacionais lúdicos consistentes com proposta pedagógica da obra e adequadamente articulados a ela, que explorem as potencialidades do suporte digital, tais como vídeos, imagens, áudios, textos, gráficos, tabelas, tutoriais, aplicações mapas, jogos educativos, animações, infográficos, páginas da <i>web</i> e outros elementos?	✓			✓		✓
7) A existência de atividades propostas que explorem as concepções prévias dos estudantes como oportunidades para desenvolver a aprendizagem?		✓		✓		✓
8) A abordagem de temas atuais e relevantes para a Física, dentro de uma concepção de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)?	✓		✓		✓	
9) A existência de situações-problema que oportunizem o desenvolvimento social e colaborativo do conhecimento, tais como problemáticas de ordem ambiental, tecnológica, ética, histórico-social etc?		✓		✓		✓
10) O encorajamento à autonomia e ao desenvolvimento da criatividade, graças a recursos que são autoexplicativos, ou que solicitam pesquisas por parte do usuário?	✓			✓		✓

Quadro 19: Avaliação de critérios pedagógicos - parte 1.

	Obras avaliadas							
	Física Interativa		Fundamentos da Física		Conecte Física			
	Observado	Não observado	Observado	Não observado	Observado	Não observado	Observado	Não observado
Em relação aos aspectos didáticos da obra avaliada, pode-se observar:								
11) A possibilidade de <i>feedback</i> ao usuário em relação às atividades pedagógicas propostas, tais como exercícios avaliativos, questões exploratórias de concepções prévias etc?	✓		✓					
12) A promoção do desenvolvimento do raciocínio, a partir da adequada disposição dos conteúdos, atividades etc, referenciando-se à proposta pedagógica do livro, além de zelar pelo gradativo aumento do nível das atividades propostas?	✓		✓					
13) A adequação dos textos e da linguagem (inclusive a técnica) ao nível do educando?	✓		✓			✓		
14) A possibilidade de reorganizar os conteúdos, de forma criativa e interdisciplinar, com base em eixos temáticos, ou na priorização de competências/habilidades ou por meio de contextos semelhantes?		✓		✓			✓	
15) A presença predominante de textos e bibliografias atuais e contextualizadas, favorecendo a organização da sequência do processo de ensino e primando pela aprendizagem significativa dos usuários?		✓		✓		✓		
16) A integração harmoniosa de elementos textuais, tais como textos, imagens, gráficos, mapas, infográficos, etc.?	✓		✓			✓		
17) O incentivo à interação social dos educandos (entre pares e com o professor), utilizando-se para tal o suporte digital como espaço onde se promovem debates, sempre no sentido da construção colaborativa do conhecimento, tais como em salas de <i>chats</i> ou comunidades em redes sociais?		✓		✓			✓	
18) O levantamento de discussões sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, promovendo a formação de um cidadão capaz de apreciar e se posicionar criticamente diante das contribuições e impactos da Ciência e da Tecnologia sobre a vida social e individual?		✓					✓	
19) A inserção adequada e funcional de auxílios externos (<i>web</i>), devidamente escolhidos e pertinentes ao processo educativo?	✓							✓
20) Situações-problema que exijam dos educandos o uso das potencialidades do suporte, tais como a mobilidade conectada, a elaboração de imagens/vídeos, o uso de aplicativos específicos e do GPS, a leitura e elaboração de códigos QR, dentre outras?		✓		✓				✓

Quadro 20: Avaliação de critérios pedagógicos - parte 2.

	Obras avaliadas					
	Física Interativa		Fundamentos da Física		Conecte Física	
	Observado	Não observado	Observado	Não observado	Observado	Não observado
Em relação aos aspectos didáticos da obra avaliada, pode-se observar:						
21) Objetos educacionais que envolvam o educando na busca pela compreensão do modelo científico estudado, a partir dos conceitos de interatividade, em simulações e animações?	✓			✓		✓
22) A existência de um processo operacionalizado e contínuo de avaliação, levando em conta as necessidades e características individuais dos usuários, bem como as competências e habilidades exigidas no processo de aprendizagem?	✓		✓		✓	
23) Que favorece o processo de ensino e aprendizagem de conceitos e fenômenos a partir de analogias e/ou metáforas, garantindo, no entanto, a explicitação de suas semelhanças com o modelo científico real, bem como as limitações e diferenças?	✓		✓		✓	
24) O zelo ao se apresentar fórmulas matemáticas e demais símbolos técnicos, buscando, sempre que possível, demonstrar de onde essas relações surgiram, bem como a importância do rigor da linguagem ali usada?	✓		✓		✓	
25) A apresentação do conteúdo dá-se de forma contextualizada e interdisciplinar, trazendo situações-problemas reais (ou próximas) e evitando o mero processo de memorização, o que envolve, assim, o educando numa dimensão maior do processo educativo?	✓			✓		✓

Quadro 21 Avaliação de critérios pedagógicos - parte 3.

	Obras avaliadas							
	Física Interativa		Fundamentos da Física		Conecte Física			
	Observado	Não observado	Observado	Não observado	Observado	Não observado	Observado	Não observado
	Observado	Não observado	Observado	Não observado	Observado	Não observado	Observado	Não observado
Em relação aos aspectos digitais da obra avaliada, é possível observar:								
1) A existência de instruções prévias que orientem o uso dos objetos educacionais digitais contidos na obra, bem como um índice remissivo a esses?	✓			✓			✓	
2) A presença de ícones/botões de ajuda/informação ao longo do texto, favorecendo a autonomia do educando?	✓			✓			✓	
3) Auxílios e dicas para o uso dos objetos educacionais digitais existentes, tais como vídeos, simulações, animações, infográficos, mapas, <i>hyperlinks</i> etc?	✓			✓			✓	
4) O zelo na escolha adequada de uma linguagem cientificamente precisa e adequada ao público-alvo?	✓		✓			✓		
5) Uma preocupação na escolha de um leiaute bem definido e amigável ao usuário, que possa sofrer adaptações em atendimento às necessidades do educando?		✓		✓			✓	
6) A presença de algum texto ou objeto educacional na introdução dos tópicos abordados, cuja temática seja contextualizada, fornecendo uma motivação para o estudo do conteúdo e uma explicação ao leiaute escolhido?	✓		✓			✓		
7) Clareza nos procedimentos de interação com os objetos educacionais, sendo intuitivo ao usuário, mesmo esse não sendo um usuário comum de equipamentos digitais, ou apresentando algum auxílio para a correta execução do objeto?	✓			✓			✓	
8) O incentivo à livre navegação ao longo do conteúdo, por meio de <i>hyperlinks</i> ou <i>links</i> externos, em caracterização a um texto não linear, tornando-o particular a cada usuário?		✓		✓			✓	
9) A possibilidade de adequação do conteúdo/ordenamento para o público-alvo, por parte do professor?		✓		✓			✓	

Quadro 21: Avaliação de critérios digitais - parte 1.

	Obras avaliadas					
	Física Interativa		Fundamentos da Física		Conecte Física	
	Observado	Não observado	Observado	Não observado	Observado	Não observado
Em relação aos aspectos digitais da obra avaliada, é possível observar:						
10) A apresentação do conteúdo incrementada por objetos <i>hipertextuais</i> , vinculados ao conteúdo, tais como bolhas (caixas) de informação, infográficos, figuras interativas etc?	✓			✓		✓
11) Que os esquemas de cores e de fonte escolhidos favorecem o uso, minimizando o cansaço visual, e auxiliam a identificação de objetos educacionais, tais como <i>links</i> , animações e simulações?	✓		✓		✓	
12) A presença de conteúdos e tópicos adequadamente indexados, que permitam o fácil acesso ou retorno a partir de partes distintas da publicação ou das referências externas?		✓		✓		✓
13) Que é dotado de uma ferramenta de busca avançada, permitindo ao leitor executar uma procura por termos contidos na obra, além de oferecer a possibilidade de pesquisa externa (<i>web</i>) dos tópicos?		✓		✓		✓
14) A escolha e o uso de recursos digitais que motivem o público-alvo, tais como introduções aos conteúdos em formato hipermediático, jogos educativos, questionários interativos etc?	✓			✓		✓
15) Instruções prévias e referenciadas no manual do professor sobre a utilização do livro digital?		✓		✓		✓
16) A integração harmoniosa de elementos hiper-textuais, tais como texto, imagem, gráficos, mapas, sons, vídeos, animações, simulações, infográficos etc.?	✓			✓		✓
17) A existência de recursos digitais, por meio dos quais debates entre os estudantes ocorram, tais como salas de <i>chats</i> ou comunidades em redes sociais?		✓		✓		✓

Quadro 23: Avaliação de critérios digitais - parte 1.

	Obras avaliadas					
	Física Interativa		Fundamentos da Física		Conecte Física	
	Observado	Não observado	Observado	Não observado	Observado	Não observado
Em relação aos aspectos digitais da obra avaliada, é possível observar:						
18) A possibilidade de atualização e modificação de trechos do texto, por parte dos agentes educacionais envolvidos no processo (autor-professor-aluno-conteúdo), no sentido de favorecer a atualização dos saberes, bem como a constante vigilância de sua aplicação em situações cotidianas?		✓		✓		✓
19) A inserção adequada e funcional de auxílios externos (<i>web</i>), devidamente escolhidos, atuais e funcionais?	✓			✓		✓
20) Situações-problema que exijam dos educandos o uso das potencialidades do suporte, tais como mobilidade, elaboração de vídeo/imagem, uso de aplicativos específicos, do GPS, leitura e elaboração de códigos QR, dentre outros?		✓		✓		✓
21) Objetos educacionais que envolvam o educando na busca pela compreensão do modelo estudado, a partir dos conceitos de interatividade, em simulações e animações?	✓			✓		✓
22) Mecanismos de inteligência digital, que favoreçam e individualizem o sistema de avaliação, o caminho percorrido pelo usuário, bem como suas habilidades?		✓		✓		✓
23) Que ela promova analogias e metáforas a partir das potencialidades do suporte digital, garantindo a interatividade do educando com o objeto educacional e favorecendo o processo de aprendizagem?	✓			✓		✓
24) O zelo ao se apresentar fórmulas matemáticas e demais símbolos técnicos, não permitindo que problemas de incompatibilidade venham a afetar a correta apresentação dessas?	✓			✓		✓
25) A apresentação de objetos educacionais hipertextuais dando-se de forma contextualizada e interdisciplinar, dialogando os conteúdos já tratados (ou a serem), envolvendo o educando numa dimensão maior do processo educativo?		✓		✓		✓

Quadro 24: Avaliação de critérios digitais - parte 3.

Pudemos observar que a disposição dos critérios no formato de quadro auxilia o avaliador a ter um panorama geral da obra, além de permitir a comparação entre várias obras avaliadas. Portanto, acreditamos ser adequada a formatação dos 50 critérios, subdivididos em 2 parâmetros e alocados no formato de Quadro.

Além disso, as respostas possíveis (*observado* e *não observado*) são objetivas, cabendo ao avaliador percorrer a obra didática durante o processo de verificação e, à medida que for testando os elementos presentes, marcar a presença ou não do aspecto avaliado.

Uma crítica que pode advir da apresentação dos critérios consiste em considerar as respostas objetivas engessadas, não havendo espaço para valores intermediários, tais como *Usualmente observado*. Defendemo-nos alegando que esse tipo de questionário um pouco mais aberto acomoda-se na mesma justificativa do porquê de não adotamos os conceitos *Concordo plenamente*, *Concordo parcialmente* etc., ou seja, essa gradação, com a baixa disponibilidade de livros digitais no mercado e a conseqüente (e provável) inexperiência do avaliador, não nos permite delimitar a fronteira entre esses parâmetros.

Assim, em termos dessa avaliação qualitativa exploratória, atribuímos ao avaliador e às necessidades do Sistema Educacional a que ele pertence, essa delimitação.

Sugerimos, para que o processo possa legitimar o que realmente o LDD apresenta, que esse seja totalmente explorado pelo avaliador, como também julgado por mais de uma pessoa. Isso permitirá um panorama maior, assim como um debate saudável na discussão sobre critérios divergentes entre eles.

Quanto aos três títulos avaliados, observamos que, dentre eles, apenas o **Física Interativa** se propôs (e conseguiu parcialmente) a utilizar alguns elementos do rol de potencialidades do suporte digital. Mas isso veio às custas, em alguns casos, de animações e simulações que divergiam ligeiramente dos fenômenos naturais discutidos.

Compreendemos isso como uma (constante e sempre desafiadora) limitação de *software*. No entanto, mesmo sendo esse o caso, uma nota, talvez em formato de *hyperlink*, poderia esclarecer os limites daquela simulação/animação.

Os demais títulos (**Fundamentos da Física e Conecte Física**) apresentaram poucos recursos digitais, limitando-se a quesitos ergonômicos (tamanho da fonte, brilho, contraste) e de assistência à aprendizagem (SOUZA; MÓL, 2013), tais como anotações (bloco de notas) e marcadores de página. O que significa que as obras citadas não exploram as potencialidades do suporte digital, a não ser a questão da mobilidade, que o próprio livro tradicional possui, já que essa mobilidade não é conectada. Vale registrar, no entanto, que essas obras, que possuem um aporte financeiro muito maior que a primeira obra avaliada, possuem *websites* que alocam simulações, animações, textos adicionais, dentre outros aspectos.

Optamos, ainda assim, por avaliá-las em “*Não observado*” nesses quesitos, pois elas não remetem, ao longo da obra e sobre a forma de *links*, a esse portal. Sendo assim, exigiria que o usuário possuísse um computador conectado em paralelo ao *tablet* para acessar esses objetos educacionais.

Vemos, pois, a partir do exemplo dessas três obras, que muito deve-se caminhar no sentido de produzir um LDD integrador que, como nas palavras de Souza e Mól (2013),

é aquele que contempla aspectos das quatro dimensões do *Pedagoware*. Por exemplo, permite que o aluno formule pergunta(s) relacionadas a leitura do texto, da imagem ou vídeo e que essa seja enviada para os colegas ou professores. Estamos falando na integração total e sistemática de vários elementos de estratégias de ensino e aprendizagem numa concepção do tipo *Cloud Education*. (ibid, p. 4).

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO

A pesquisa bibliográfica demonstrou um intenso movimento multidisciplinar em busca de critérios, parâmetros, estudos de caso, ou até mesmo exemplos de LDD de caráter integrador, para que a educação possa acompanhar a complexidade cognitiva do educando do século XXI. Esse, imerso em um mundo de oferta excessiva de informações (mas nem sempre adequadamente *transpostas*) informações, multifacetárias, multimidiáticas, apresenta à escola novas demandas — não apenas de ordem técnica, do *saber* —, mas também, e principalmente, de ordem metodológica e tecnológica.

O ensino de Física (e das demais Ciências), baseado na relação dúplice em que o professor é o detentor dos conhecimentos e das técnicas de ensino, ao passo que o aluno desconhece as leis da natureza e é tratado como um ser inerte à prática pedagógica — uma tábua rasa — está condenado! Entra aí o efeito norteador importante das Diretrizes Curriculares do Ensino Médio e dos Parâmetros Curriculares Nacionais, que balizam o ensino das Ciências numa concepção investigadora, considerando o educando em todas as dimensões.

Passamos, então, a uma relação ternária, entre professor, educando e o próprio conteúdo, em especial pela naturalidade como esse encontra alguns dos educandos. Não era de se esperar menos, visto que no mundo recheado de avanços tecnológicos, cuja disseminação e popularização são velozes, mais informação fica disponível ao jovem conectado. Essa nova relação entre o aluno-conteúdo faz-nos repensar a prática docente, já que agora o professor se encontra em uma nova situação didática por causa dos avanços nas tecnologias de informação e comunicação.

Chevallard (1998) apresenta pistas em sua teoria de como os saberes sofrem adaptações (inicialmente de ordem didática, metodológicas) para poderem ser compreendidos pelos educandos, num nível instrucional inferior ao de onde esse saber fora concebido. É por meio das práticas didáticas, contidas em livros e nas interações professor-aluno, professor-conteúdo e aluno-conteúdo, que se desenrolam cada vez mais a nova conjuntura das práticas de ensino e aprendizagem.

Em consonância, Pierre Lévy observa, a partir do desenvolvimento da psicologia cognitiva, que a apropriação de conhecimentos se dá, também e de forma especial, na interface hipertextual e multimidiática, por ser essa a maneira mais próxima da qual o raciocínio se desenvolve e a memória se apropria significativamente dos saberes. Portanto, defende que uma nova relação deve ser estabelecida com as interfaces digitais, no sentido de, apropriando-nos de suas potencialidades, favorecermos os processos de ensino e aprendizagem do educando.

Esse trabalho não teve a pretensão de esgotar o assunto: muito mais deve ser pesquisado nesses campos, e cada vez mais as relações entre as concepções de aprendizagem e as características do hipertexto devem ser investigadas. Nossa pesquisa veio fazer parte desse debate já estabelecido na comunidade científica e, em especial, apresentar uma possível solução a um problema real: os LDD já estão próximos das escolas (particulares e públicas), porém não havia ainda critérios propostos que pudessem auxiliar, não somente na avaliação da obra digital, como também na sua elaboração.

O que fizemos foi uma releitura de critérios aparentemente desconexos, costurando-os no fio condutor da teoria chevallardiana e nas concepções de Lévy sobre o hipertexto. Outras obras, como as de DALL'ASTA (2004), GARONCE (2009),

RAMOS (2006) e SOUZA; MÓL (2013), algumas das bases desta dissertação, traçam parâmetros, expõem concepções sobre as dimensões do LDD e estudam a nova relação didática entre professor-aluno-conhecimento, agora mediados pela tecnologia, mas o mérito desta dissertação está na apresentação de critérios objetivos e tabulados, calcados nas concepções de transposição didática e hipertextualidade, para a avaliação de LDD de Física.

Dos três títulos digitais avaliados, pudemos observar que apenas um deles, o Física Interativa, se aproxima mais do que espera-se de um livro digital integrador das potencialidades do recurso digital. Esse título atendeu a 28 dos 50 critérios propostos. As outras obras precisarão avançar mais, principalmente no que diz respeito à utilização dos recursos digitais, pois essas obras se mostraram apenas um “.pdf animado”, maquiadas com alguns poucos recursos da plataforma digital.

Muito embora acreditemos ter atingido os objetivos estabelecidos para essa pesquisa, sabemos que esse não é o ponto final, pois muito ainda há de ser discutido e pesquisado. Tentativas e estudos de caso precisarão ser feitos e publicados, cursos de formação de professores deverão ser atualizados e modernizados, até que possamos trazer a educação científica a uma dimensão cada vez mais próxima do educando conectado num mundo virtual, cheio de oportunidades e potencialidades.

CAPÍTULO 6 – PROPOSIÇÃO DIDÁTICA

Em conformidade com as normas do Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências da Universidade de Brasília (PPGEC-UnB), a pesquisa realizada deve estar intrinsecamente vinculada à prática educacional, de modo que atenda às necessidades do processo educacional. Nesse sentido, buscou-se, como objetivo geral dessa obra, estabelecer critérios que munam professores/avaliadores no processo de escolha de livros didáticos digitais (LDD) de Física. Para tal, surgiu a proposta da elaboração de um instrumento que apresente os critérios, parametrizados em dois conjuntos igualmente relevantes — das características didáticas e das digitais – que sejam de fácil compreensão e que auxiliem os professores a escolher, dentre as opções, aquele que melhor atenda às exigências do Sistema Educacional a que pertence, seja a opção por uma obra *digitalizada*, nas quais os recursos digitais não têm importância, seja por obras *digitais*, em que recursos digitais são vitais para o sucesso da prática pedagógica.

Sendo assim, para a melhor avaliação da obra, sugere-se a leitura das proposições feitas pelo autor da obra (em geral, contidas no manual do professor) e, por conseguinte, a exploração qualitativa dos elementos didáticos digitais contidos na obra, bem como a leitura crítica do conteúdo exposto, das práticas e discussões propostas etc.

Após a exploração, sugere-se julgar os critérios contidos no instrumento contido no Anexo 1 em *Observados* ou *Não observado*. Ao final, o avaliador terá um panorama completo da obra didática avaliada.

CAPÍTULO 7 – BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, V. R. DA S. F. **A tecnologia na comunicação do Senado: do papiro à Internet**. 2007. 249 f. Dissertação (Mestrado em Biblioteconomia) - Faculdade de Comunicação, Universidade de Brasília, Brasília.

ALTHERR, S.; WAGNER, A.; ECKERT, B.; JODL, H. J. Multimedia material for teaching physics (search, evaluation and examples). **European Journal of Physics**, v. 25, n. 1, p. 7–14, 2004.

ARMSTRONG, C.; EDWARDS, L.; LONSDALE, R. Virtually there? E-books in UK academic libraries. **Program: electronic library and information systems**, v. 36, n. 4, p. 216–227, 2002.

ASSIS, K. K. **A articulação entre o ensino de ciências e as TIC: uma análise de materiais didáticos produzidos por professores.**, 2013. Universidade Federal do Paraná.

BASSO, L. D. P. Estudo acerca dos critérios de avaliação de livros didáticos de ciências do PNL D - período de 1996 a 2013. XXVI Simpósio Brasileiro de Política e Administração da Educação. **Anais...** p.15, 2013. Recife/PE.

BELLONI, M. L. **O que é mídia-educação?** 2ª ed. ed. Campinas/SP: Autores Associados, 2005.

BITTENCOURT, C. Autores e editores de compêndios e livros de leitura (1810-1910). **Educação e pesquisa**, v. 30, n. 3, p. 475–491, 2004.

BOZKURT, E.; ILIK, A. The effect of computer simulations over students' beliefs on physics and physics success. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 2, n. 2, p. 4587–4591, 2010

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 22/9/2013.

BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. 1ª ed. Brasília: 2006. 2 v.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica**. p.562, 2010. Brasília.

BRASIL. **Edital de pregão eletrônico nº 81/2011 - FNDE/MEC**. Brasília, 2011.

BRASIL. **Guia de livros didáticos PNL D 2012: Física**. Brasília, 2011.

BRASIL. **Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o programa nacional do livro didático PNL D 2015**. 2013a. Brasília.

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 387–404, 2005.

CASSIANO, C. **O mercado do livro didático no Brasil: da criação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) à entrada do capital internacional espanhol (1985-2007)**, 2007. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

CHEVALLARD, Y. La transposición didáctica. **La transposición didáctica - Del saber sabio al saber enseñado**. 3ª ed., p.1 – 67, 1998. Ed. AIQUE.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 3, p. 549–566, 2004.

CIEGLINSKI, A. MEC quer tablets nas escolas, mas programa anterior que entregou laptops chegou a menos de 2% dos alunos. **Agência Brasil EBC (online)**, Brasília, 30/01/2012. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2012-01-30/mec-quer-tablets-nas-escolas-mas-programa-anterior-que-entregou-laptops-chegou-menos-de-2-dos-alunos>>. Acesso em: 9/10/2013.

CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI, L. O. Q. Consequências das descontextualizações em um livro didático: uma análise do tema radioatividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 3602–1 – 3602–11, 2013.

DALL'ASTA, R. J. **A transposição didática no software educacional**. Passo Fundo: UFP, 2004.

EMBONG, A. M.; NOOR, A. M.; HASHIM, H. M.; ALI, R. M.; SHAARI, Z. H. E-Books as Textbooks in the Classroom. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 47, n. 0, p. 1802–1809, 2012.

ESQUEMBRE, F. Computers in physics education. **Computer Physics Communications**, v. 147, p. 13–18, 2002.

FERREIRA, M.; SELLES, S. Análise de livros didáticos em Ciências: entre as ciências de referência e as finalidades sociais da escolarização. **Educação em foco**, v. 8, n. 1, p. 63–78, 2003.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 259–272, 2003.

FOREQUE, F. Aluno de ensino médio vai ter livro digital. **JC e-mail 4647**, Jan. 2013. São Paulo. Disponível em: <<http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail.jsp?id=85466>>. .

FREITAS, N.; RODRIGUES, M. O livro didático ao longo do tempo: a forma do conteúdo. **DAPesquisa**, v. 1, n. 3, 2007.

FRISON, M. ARLI D.; VIANNA, J.; CHAVES, J. M.; BERNARDI, F. N. Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - Enpec. **Anais...** p.13, 2009. Florianópolis/SC.

GABRIEL, M. **Educar: a (r)evolução digital na educação**. São Paulo: Saraiva, 2013.

GARCIA, M. F. B. Relações de professores e alunos com os livros didáticos de física. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. **Anais...** p.10, 2009. Vitória/ES.

GARCIA, T. M. F. B.; GARCIA, N. M. D.; PIVOVAR, L. E. O uso do livro didático de física: um estudo sobre a relação dos professores com as orientações metodológicas. VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência. **Anais...** p.12, 2007. Florianópolis/SC: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

GARCIA, T. M. F. B.; SILVA, É. F. DA. Livro didático de Física: o ponto de vista dos alunos de ensino médio. IX Congresso Nacional de Educação. **Anais...** p.8595–8606, 2009. Porto Alegre.

GARONCE, F. V. **Os papéis docentes nas situações de webconferência - um estudo de caso acerca da ação educativa presencial conectada**, 2009. Universidade de Brasília.

GODOI, K. A. DE; PADOVANI, S. Avaliação de material didático digital centrada no usuário : uma investigação de instrumentos passíveis de utilização por professores. **Produção**, v. 19, n. 3, p. 445–457, 2009.

KATZENSTEIN, U. E. **Origem do livro: Da idade da pedra ao advento da impressão tipográfica no ocidente**. São Paulo, 1986.

LEITE, Á. E. **O livro didático e a formação de professores: passos e descompassos**, 2013. Curitiba: Universidade Federal do Paraná.

LEITE, Á. E.; GARCIA, N. M. D.; ROCHA, M. Tendências de pesquisa sobre livros didáticos de ciências e física. X Congresso Nacional de Educação - EDUCERE. **Anais...** p.13, 2011. Curitiba/PR: Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR).

LEITE, M. S. **Recontextualização e Transposição Didática: introdução à leitura de Basil Bernstein e Yves Chevallard**. 1ª ed. Araraquara, SP: Junqueira&Marin, 2007.

LÉVY, P. **Tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LIMA, V. D. DE; PINTO, J. A. B. Os migrantes digitais e sua aprendizagem nos cursos a distância. **Revista Tecnologias na Educação**, , n. 2, p. s/p, 2011.

MARCZAK, M. Selecting an e-(textbook): evaluation criteria. **Teaching English with Technology**, v. 13, n. 1, p. 29–41, 2013.

MARQUES DE MELO, J. **História social da imprensa**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

MATTOS, M. B. P. DE. **Falsos rótulos de produtos educativos: a importância da avaliação da qualidade educacional de um software.**, 2006. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. DE. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 77–86, 2002.

MEIRELES, E. Computadores na escola: uma lenta conexão. **Revista Nova Escola**. São Paulo, v. 239, p. 134 - 135, jan./fev. 2012.

MELO, R. B. DE F. A Utilização das TIC' S no processo de Ensino e Aprendizagem da Física. 3º Simpósio de Hipertexto e Tecnologias na Educação. **Anais...** p.1–12, 2010. Recife/PE: Universidade Federal de Pernambuco - Núcleo de Estudos de Hipertexto e Tecnologias na Educação.

MESQUITA, I. C. A.; CONDE, M. G. A evolução gráfica do livro e o surgimento dos e-books. Apresentado na Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação: UESPI, 2008. **Anais...** p.1–6, 2008. Teresina.

MILLER, B.; RANUM, D. Beyond PDF and ePub: toward an interactive textbook. 17th ACM annual conference. **Anais...** p.150–155, 2012.

MORAES, J. U. P. O livro didático de física e o ensino de física: suas relações e origens. **Scientia Plena**, v. 7, n. 9, p. 1–4, 2011.

OLIVEIRA, C. C. DE; COSTA, J. W. DA; MOREIRA, M. **Ambientes Informatizados de Aprendizagem - Produção e avaliação de software educativo**. Campinas: Papirus, 2001.

PAULINO, S. Livro tradicional X livro eletrônico: a revolução do livro ou uma ruptura definitiva? **Hipertextus Revista Digital**, v. d, n. 1995, p. 13, 2009.

RAMOS, A. L. C. **Do Texto ao Hipertexto**. 2006, 191p. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2006..

RIBEIRO, G. M.; CHAGAS, R. DE L.; PINTO, S. P. O renascimento cultural a partir da imprensa: o livro e sua nova dimensão no contexto social do século XV. **Akrópolis**, v. 15, n. 1 e 2, p. 29–36, 2007.

ROJO, R. Livros em sala de aula - modo de usar. In: Brasil/MEC (Ed.); **Materiais Didáticos: escolha e uso. (Boletim 14)**. p.35–43, 2005. Brasília.

SANTOS, G. L.; ANDRADE, J. B. F. DE. **Virtualizando a Escola: migrações docentes rumo à sala de aula virtual**. 1ª ed. Brasília: Liber Livros, 2010.

SANTOS, G. L.; BRAGA, C. B. **Tablets, laptops, computadores e crianças pequenas: novas linguagens, velhas situações na educação infantil**. 1ª ed. Brasília: Liber Livros, 2012.

SANTOS, S. **Crerios para avaliaão de livros didáticos de química para o Ensino Médio**. 2006, 235p. Dissertaão de Mestrado - Programa de Pós Graduaão em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SCHILLING, V. **O prelo luminoso de Gutemberg**. 2002. Disponvel em: <<http://educaterra.terra.com.br/voltaire/cultura/gutemberg2.htm>>. Acesso em: 18 maio 2014

SILVA, M. C. DA S. **Livro impresso versus livro eletrnico: um estudo de caso sobre a preferêcia dos usuários da Biblioteca do Tribunal Superior Eleitoral**. 2012. 57 f. Monografia (Ciência da Informaaão) - Faculdade de Ciência da Informaaão, Univeridade de Brasília, Brasília.

SOARES, W. O Livro Didático e a Educaão. **ABRALE**: online. s/d. Disponvel em: <http://www.abrelivros.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=20:o-livro-didatico-e-a-educacao&catid=12:palavra-da-diretoria&Itemid=17>. Acesso em: 21/7/2013.

SOUSA, R. P. DE; MOITA, F. M. C. DA S. C.; CARVALHO, A. B. G. **Tecnologias Digitais na Educaão**. Campina Grande/PB: Editora da Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

SOUZA, F. N. DE; MÓL, G. S. Livro didático digital de química: princípios para a construaão em tablets. 9º Congresso Internacional sobre Investigaão en la Didáctica de las Ciencias. **Anais...**, 2013. Girona, Espanha.

ŠPANOVIĆ, S. Pedagogical aspects of e-textbook. **Odgojne znanosti**, v. 12, n. 2, p. 459–471, 2010.

STRAY, C.; LEO, Q. N.; CHOPPIN, A. (ORG. . Vers une sociologie historique du manuel. **Histoire de l'éducaão**, v. XIXe - XXe, n. 58, 1993.

THOMPSON, J. B. **Ideologia e cultura moderna**. Petrópolis, RJ, 1995.

VASSILIOU, M.; ROWLEY, J. Progressing the definition of "e-book." **Library Hi Tech**, v. 26, n. 3, p. 355–368, 2008.

VECHI, N. C.; MIGNOT, F. A. **Novo livro, novo leitor: tecnologias aplicadas à leitura**. 2011, 69 f. Monografia (Graduaão) - Universidade de; Faculdade de Ciência da Informaaão, 2011.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem no Ensino: Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 87–96, 2002.

VILLAS-BOAS, R. **Conservação e preservação de acervos bibliográficos**. Brasília: Univerisidade de Brasília, 2000. 33p. (Folheto).

ZAMBON, L. B.; TERRAZZAN, E. A. Políticas de material didático no Brasil: organização dos processos de escolha de livros didáticos em escolas públicas de educação básica. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos (online)**, v. 94, n. 237, p. 585–602, 2013.

ANEXO I – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE LDD DE FÍSICA

PARÂMETRO 1 – Critérios de avaliação dos aspectos didáticos

Em relação à obra avaliada, pode-se observar:	Observado	Não observado
1) O claro atendimento a alguma concepção metodológica escolhida pelo autor ao longo da obra (tecnicista, construcionista, sociointeracionista etc)?		
2) Esclarecimentos claros e orientações precisas contidas no manual do professor?		
3) A proposição de atividades diversas (exercícios, práticas experimentais, simulações, pesquisas etc.) norteadas pela concepção escolhida?		
4) No manual do professor, está sugerida uma bibliografia de auxílio ao docente?		
5) Uma preocupação em não apenas transmitir o conteúdo, mas em instigar o educando a desenvolver a capacidade de pensar, formular hipóteses e concluir através do próprio raciocínio?		
6) A presença de objetos educacionais lúdicos consistentes com a proposta pedagógica da obra e adequadamente articulados a ela, que explorem as potencialidades do suporte digital, tais como vídeos, imagens, áudios, textos, gráficos, tabelas, tutoriais, aplicações mapas, jogos educativos, animações, infográficos, páginas da <i>web</i> e outros elementos?		
7) A existência de atividades propostas que exploram as concepções prévias dos estudantes como oportunidades para desenvolver a aprendizagem?		
8) A abordagem de temas atuais e relevantes para a Física, dentro de uma concepção de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)?		
9) A existência de situações-problema que oportunizem o desenvolvimento social e colaborativo do conhecimento, tais como problemáticas de ordem ambiental, tecnológica, ética, histórico-social etc?		
10) O encorajamento à autonomia e ao desenvolvimento da criatividade, graças a recursos que são autoexplicativos, ou que solicitam pesquisas por parte do usuário?		

Em relação à obra avaliada, pode-se observar:	Observado	Não observado
11) A possibilidade de <i>feedback</i> ao usuário em relação às atividades pedagógicas propostas, tais como exercícios avaliativos, questões exploratórias de concepções prévias etc?		
12) A promoção do desenvolvimento do raciocínio, a partir da adequada disposição dos conteúdos, atividades etc., referenciando-se à proposta pedagógica do livro, além de zelar pelo gradativo aumento do nível das atividades propostas?		
13) A adequação dos textos e da linguagem (inclusive a técnica) ao nível do educando?		
14) A possibilidade de reorganizar os conteúdos, de forma criativa e interdisciplinar, com base em eixos temáticos, ou na priorização de competências/habilidades ou por meio de contextos semelhantes?		
15) A presença predominante de textos e bibliografias atuais e contextualizadas, favorecendo a organização da sequência do processo de ensino e primando pela aprendizagem significativa dos usuários?		
16) A integração harmoniosa de elementos tais como textos, imagens, gráficos, mapas, sons, vídeos, animações, simulações, infográficos, etc.?		
17) O incentivo à interação social dos educandos (entre pares e com o professor), utilizando-se para tal o suporte digital como espaço onde se promovem debates, sempre no sentido da construção colaborativa do conhecimento, tais como em salas de <i>chats</i> ou comunidades em redes sociais?		
18) O levantamento de discussões sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, promovendo a formação de um cidadão capaz de apreciar e se posicionar criticamente diante das contribuições e impactos da Ciência e da Tecnologia sobre a vida social e individual?		
19) A inserção adequada e funcional de auxílios externos (<i>web</i>), devidamente escolhidos e pertinentes ao processo educativo?		
20) Situações-problema que exijam dos educandos o uso das potencialidades do suporte, tais como a mobilidade conectada, a elaboração de imagens/vídeos, o uso de aplicativos específicos e do GPS, a leitura e elaboração de códigos QR, dentre outras?		

Em relação à obra avaliada, pode-se observar:	Observado	Não observado
21) Objetos educacionais que envolvam o educando na busca da compreensão do modelo científico estudado, a partir dos conceitos de interatividade, em simulações e animações?		
22) A existência de um processo operacionalizado e contínuo de avaliação, levando em conta as necessidades e características individuais dos usuários, bem como as competências e habilidades exigidas no processo de aprendizagem?		
23) Que favorece o processo de ensino e aprendizagem de conceitos e fenômenos a partir de as analogias e/ou metáforas, garantindo, no entanto, a explicitação de suas semelhanças com o modelo científico real, bem como as limitações e diferenças?		
24) O zelo ao se apresentar fórmulas matemáticas e demais símbolos técnicos, buscando, sempre que possível, demonstrar de onde essas relações surgiram, bem como a importância do rigor da linguagem ali usada?		
25) A apresentação do conteúdo dá-se de forma contextualizada e interdisciplinar, trazendo situações-problemas reais (ou próximas) e evitando o mero processo de memorização, o que envolve, assim, o educando numa dimensão maior do processo educativo?		

PARÂMETRO II – Critérios de avaliação dos recursos digitais

Em relação aos aspectos digitais da obra avaliada, é possível observar:	Observado	Não observado
1) A existência de instruções prévias que orientem o uso dos objetos educacionais digitais contidos na obra, bem como um índice remissivo a esses?		
2) A presença de ícones/botões de ajuda/informação ao longo do texto, favorecendo a autonomia do educando?		
3) Auxílios e dicas para o uso dos objetos educacionais digitais existentes, tais como vídeos, simulações, animações, infográficos, mapas, <i>hiperlinks</i> etc.?		
4) O zelo na escolha adequada de uma linguagem cientificamente precisa e adequada ao público-alvo?		
5) Uma preocupação na escolha de um leiaute bem definido e amigável ao usuário, que possa sofrer adaptações em atendimento às necessidades do educando?		
6) A presença de algum texto ou objeto educacional na introdução dos tópicos abordados, cuja temática seja contextualizada, fornecendo uma motivação para o estudo do conteúdo e uma explicação ao leiaute escolhido?		
7) Clareza nos procedimentos de interação com os objetos educacionais, sendo intuitivo ao usuário, mesmo esse não sendo um usuário comum de equipamentos digitais, ou apresentando algum auxílio para a correta execução do objeto?		
8) O incentivo à livre navegação ao longo do conteúdo, por meio de <i>hiperlinks</i> ou <i>links</i> externos, em caracterização a um texto não linear, tornando-o particular a cada usuário?		
9) A possibilidade de adequação do conteúdo/ordenamento para o público alvo, por parte do professor?		

Em relação aos aspectos digitais da obra avaliada, é possível observar:	Observado	Não observado
10) A apresentação do conteúdo incrementada por objetos <i>hipertextuais</i> , vinculados ao conteúdo, tais como bolhas (caixas) de informação, infográficos, figuras interativas etc?		
11) Que o esquema de cores e de fonte escolhida favorecem o uso, minimizando o cansaço visual, e auxiliam a identificação de objetos educacionais, tais como <i>links</i> , animações e simulações?		
12) A presença de conteúdos e tópicos adequadamente indexados, que permitam o fácil acesso ou retorno a partir de partes distintas da publicação ou das referências externas?		
13) Que é dotado de uma ferramenta de busca avançada, permitindo o leitor a executar uma procura por termos contidos na obra, além de oferecer a possibilidade de pesquisa externa (<i>web</i>) dos tópicos?		
14) A escolha e o uso de recursos digitais que motivem o público-alvo, tais como introduções aos conteúdos em formato hipermidiático, jogos educativos, questionários interativos etc?		
15) Instruções prévias e referenciadas no manual do professor sobre a utilização do livro digital?		
16) A integração harmoniosa de elementos tais como texto, imagem, gráficos, mapas, sons, vídeos, animações, simulações, infográficos etc.?		
17) A existência de recursos digitais, por meio dos quais debates entre os estudantes ocorram, tais como salas de <i>chats</i> ou comunidades em redes sociais?		

Em relação aos aspectos digitais da obra avaliada, é possível observar:	Observado	Não observado
18) A possibilidade de atualização e modificação de trechos do texto, por parte dos agentes educacionais envolvidos no processo (autor-professor-aluno-conteúdo), no sentido de favorecer a atualização dos saberes, bem como a constante vigilância de sua aplicação em situações cotidianas?		
19) A inserção adequada e funcional de auxílios externos (<i>web</i>), devidamente escolhidos, atuais e funcionais?		
20) Situações-problema que exijam dos educandos o uso das potencialidades do suporte, tais como mobilidade, elaboração de vídeo/imagem, uso de aplicativos específicos, do GPS, leitura e elaboração de códigos QR, dentre		
21) Objetos educacionais que envolvam o educando na busca da compreensão do modelo estudado, a partir dos conceitos de interatividade, em simulações e animações?		
22) Mecanismos de inteligência digital, que favoreçam e individualizem o sistema de avaliação, o caminho percorrido pelo usuário, bem como suas habilidades?		
23) Que ela promove analogias e metáforas a partir das potencialidades do suporte digital, garantindo a interatividade e do educando com o objeto educacional e favorecendo o processo de aprendizagem?		
24) O zelo ao se apresentar fórmulas matemáticas e demais símbolos técnicos, não permitindo que problemas de incompatibilidade venham a afetar a correta apresentação dessas?		
25) A apresentação de objetos educacionais hipertextuais dá-se de forma contextualizada e interdisciplinar, dialogando os conteúdos já tratados (ou a serem), envolvendo o educando numa dimensão maior do processo educativo?		