

Os usos da Teoria da Transposição Didática e da Teoria Antropológica do Didático para o estudo da educação em museus de ciências

Martha Marandino¹
Juliana Bueno²
Fausto de O. Gomes³
Fernanda Luise Kristel⁴
Adriano Oliveira⁵

Resumo: Neste artigo, apresentamos o potencial da análise didática para o estudo do fenômeno educacional nos museus de ciências, entendendo que estudar a didática no museu implica discutir os elementos que conformam uma maneira particular de produção e de realização de práticas educativas nesse local. Consideramos, também, que esses elementos recebem influência dos campos de conhecimento pedagógico, científico (disciplinares) e museológico, constituindo a didática museal, uma didática específica para os museus. A nosso ver, a didática museal pode ser entendida na sua imbricação entre os conteúdos pedagógicos/comunicacionais/museológicos e os específicos (disciplinares) podendo ser vista como um processo que envolve intenções e ações concretas de ensinar e de aprender nos museus. Dessa forma, é possível a análise do “como se ensina” e do “como se aprende” os conhecimentos nos museus. Para essa análise, apoiamos-nos na Teoria da Transposição Didática e na Teoria Antropológica do Didático como referenciais que fornecem ferramentas teórico-metodológicas importantes para estudar a educação nos museus na perspectiva da didática. Desse modo, apresentamos neste texto as bases conceituais dessas teorias, comentamos o uso das mesmas no ensino de ciências, em especial nos museus de ciências, e exemplificamos o uso dessas teorias na análise do fenômeno educacional nos museus com o intuito de revelar seu potencial e discutir alguns de seus limites.

Palavras-chaves: teoria antropológica do didático; transposição didática; museus de ciência; educação em museus; didática museal

Uses of the Didactic Transposition Theory and the Anthropological Theory of the Didactics for study science museum's education

Abstract: In this paper, we present the potential of didactical analysis for studying the educational phenomena in science museums, understanding that to study museum didactics is necessary to discuss the elements that create the institutional production and implementation of educational practices. We also consider that these elements are influenced by pedagogical, scientific (subjects) and museological knowledges, forming the museum didactic, a specific didactic for museums.

¹ Livre Docente em Educação. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo Brasil. marmaran@usp.br

² Secretaria de Estado de Educação de São Paulo. Brasil. julianappbueno@gmail.com

³ Licenciando do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Brasil. fausto.ciencias@gmail.com

⁴ Mestre em Educação. Doutoranda da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Brasil. fvidal@usp.br

⁵ Mestre em Educação. Doutorando da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Brasil. Museu de Microbiologia do Instituto Butantã. adiasoliveira1@gmail.com

From our point of view, the museum didactic can be understood in its imbrication between pedagogical/communicational/museological contents and the specific ones (subjects), as a process involving intentions and concrete actions to teach and learn in museums, and, in that perspective, it is possible to analyse “how to teach” and “how to learn” knowledge in museums. To do this analysis, we use the Didactic Transposition Theory and the Anthropological Theory of the Didactics as references to provide important theoretic and methodological tools to study education in museums in the didactic's perspective. We present here some conceptual basis of these theories, remarking their use in the science education research, specially in science museums and bring some examples using those theories to analyze the educational phenomena in museums, aiming to reveal their potential and discuss some of their limits.

Keywords: anthropological theory of the didactics; didactic transposition; science museums; museum education; museum didactics

Les usages de la théorie de la transposition didactique et de la théorie anthropologique du didactique pour l'étude de l'éducation dans les musées de sciences

Résumé: Dans cet article nous présentons le potentiel de l'analyse didactique pour l'étude du phénomène éducationnel dans les musées de sciences, en comprenant que l'étude de la didactique dans le musée suppose la discussion des éléments que constituent une manière particulière de production et réalisation des pratiques éducatives dans les musées. Nous considérons aussi que ces éléments sont influencés par les champs de connaissance pédagogique, scientifique (disciplinaires) et muséologique, en constituant, une didactique muséal, c'est à dire, une didactique spécifique pour les musées. De notre point de vue, la didactique muséal peut être comprise dans l'articulation entre les contenus pédagogiques/communicationnels/muséologiques et les contenus spécifiques (disciplinaires), dans ce sens-là, elle peut être définie comme un processus qui implique intentions et actions concrètes de enseigner et apprendre dans les musées et de cette façon, nous pouvons considérer comme possible l'analyse des méthodes de “comment on enseigne” et “comment on apprend” les connaissances dans les musées. Pour cette analyse, on s'appuie sur la Théorie de la Transposition Didactique et sur la Théorie Antropologique du Didactique comme référentiels capables de nous fournir des outils théorique-méthodologiques importants pour étudier l'éducation muséale dans la perspective de la didactique. De cette façon, nous présentons dans ce texte les bases conceptuelles de ces théories, nous commentons ses usages dans l'enseignement de sciences, en spécial dans les musées de sciences et nous exemplifions l'usage de ces théories pour l'analyse du phénomène éducationnel dans les musées avec l'objectif de dévoiler son potentiel et discuter quelques-uns de ses limites.

Mots clés: théorie anthropologique du didactique; transposition didactique; musées de sciences; éducation muséale; didactique muséal

Los usos de la Teoría de la Transposición Didáctica y de la Teoría Antropológica de lo didáctico para el estudio de la educación en los museos de la ciencia

Resumen: En este artículo, presentamos el potencial del análisis didáctico para el estudio del fenómeno educativo en los museos de la ciencia, entendiendo que estudiar la didáctica en el museo implica discutir los elementos que conforman un modo particular de producción y de realización de prácticas educativas en ese lugar. Consideramos, también, que esos elementos reciben influencia de los campos del saber pedagógico, científico (disciplinarios) y museológico, constituyendo una didáctica museal, la didáctica específica a los museos. En nuestra opinión, se puede entender la didáctica de museo en su imbricación entre los contenidos pedagógicos/ comunicacionales/

museológicos y los específicos (disciplinarios) pudiendo ser, de esa forma, vista como un proceso que implica intenciones y acciones concretas de enseñar y de aprender en los museos y por lo tanto podemos entender que es posible el análisis de las formas de "cómo se enseña" y de "cómo se aprende" los conocimientos en los museos. Para ese análisis, nos basamos en la Teoría de Transposición Didáctica y en la Teoría Antropológica de lo Didáctico como referenciales que pueden proveer herramientas teóricas y metodológicas importantes para estudiar la educación en los museos en la perspectiva de la didáctica. Por lo tanto, presentamos en ese texto las bases conceptuales de esas teorías, comentamos el uso de las mismas en la enseñanza de la ciencia, especialmente en los museos de la ciencia, y ejemplificamos el uso de esas teorías en el análisis del fenómeno educativo en los museos con el fin de revelar su potencial y discutir algunos de sus límites.

Palavras claves: teoría antropológica de lo didáctico; transposición didáctica; museos de la ciência; educación en los museos; didáctica museal

Introdução

Abordar o tema da Teoria da Transposição Didática e da Teoria Antropológica do Didático remete, necessariamente, para a discussão da própria ideia de Didática. Esta se constitui como uma área de pesquisa e de formação de professores, focalizando entre outros aspectos, o estudo dos processos de ensino e de aprendizagem no âmbito da educação formal. Há, contudo, forte resistência à utilização do termo “didática” no contexto da educação não formal e, mais especificamente, da educação em museus. Essa resistência está apoiada, por um lado, em concepções genéricas sobre o conceito de didática que o associa direta e unicamente a técnicas de ensino escolar e, por outro, a concepções que apontam ser os processos educativos museais “pouco estruturados”, “livres”, “espontâneos” e de difícil avaliação, não sendo adequado o uso dos termos “ensino” e “aprendizagem” quando se aborda a educação nesses locais. Estas concepções, negam a possibilidade de explorar o fenômeno educacional dos museus a partir da didática.

Neste artigo apresentamos direção contrária a essas concepções como, por exemplo, o potencial da análise didática para o estudo do fenômeno educacional dos museus de ciências, entendendo que estudar a didática no museu implica discutir os elementos que conformam uma maneira particular de produção e de realização de práticas educativas nesse local, considerando que tais elementos recebem influência dos campos de conhecimentos pedagógicos, científicos (disciplinares) e museológicos. A didática museal, a nosso ver, pode ser entendida na sua imbricação entre os conteúdos pedagógicos/comunicacionais/museológicos e os específicos (disciplinares), e pode, assim, ser vista como um processo que envolve intenções e ações concretas de ensinar e de aprender nos museus (MARANDINO, 2011). Consideramos ser possível a análise das

formas: como se ensina (se divulga, se apresenta, se expõe) e como se aprende (se apropria, se compreende, se produz sentido) o conhecimento nos museus. Para isso, nos apoiamos na Teoria da Transposição Didática (TTD) e na Teoria Antropológica do Didático (TAD) como referenciais que podem fornecer ferramentas teórico-metodológicas importantes para estudar a educação nos museus na perspectiva da didática.

Assim, inicialmente apresentamos, de forma breve, as bases conceituais dessas teorias. Em seguida, comentamos o uso das mesmas no ensino de ciências, em especial, nos museus de ciências e, posteriormente, exemplificamos o uso das teorias para análise do fenômeno educacional dos museus, no intuito de revelar seu potencial e discutir alguns dos seus limites.

Aspectos da Teoria da Transposição Didática e da Teoria Antropológica do Didático

Bases da Teoria da Transposição Didática/TTD

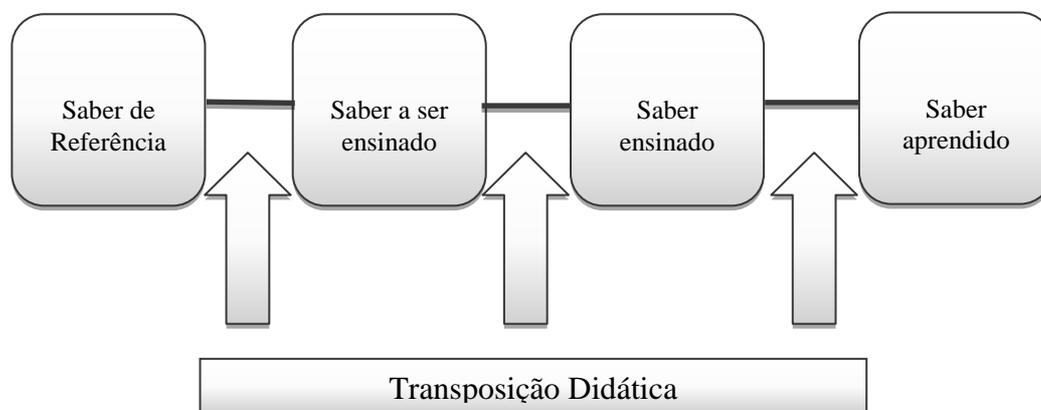
Muitas das noções usadas no estudo dos processos de ensino e de aprendizagem, até a década de 1970, assumiam o conhecimento de forma implícita, ou seja, algo previamente definido para o qual um melhor método de ensino deveria ser encontrado. Os problemas de pesquisa e o sistema didático a ser estudado sofreram forte impacto a partir das ideias de Guy Brousseau e de sua Teoria das Situações Didáticas, iniciando um novo paradigma, com uma metodologia que questionava o conhecimento a ser ensinado. Imerso nesta perspectiva, Yves Chevallard propôs, na década seguinte, as bases da Teoria da Transposição Didática, sugerindo que existe um processo para seleção, (re)definição e (re)organização dos conhecimentos que chegam à sala de aula, do qual participam múltiplos atores situados num contexto sócio-histórico determinado (CHEVALLARD & BOSCH, 2013; BOSCH & GASCON, 2006). Na perspectiva da TTD, a unidade de análise nas pesquisas em didática vai além das relações entre professores e estudantes e suas características individuais: a “didática torna-se o estudo científico de como os corpos do conhecimento perpassam os grupos humanos” (CHEVALLARD, 2006:22).

Na perspectiva da TTD, o saber científico sofre um processo de transformação ao se tornar conhecimento ensinável no espaço escolar, caracterizando, assim, a existência de uma “epistemologia escolar que pode ser distinguida da epistemologia em vigor nos saberes de referência” (ASTOLFI & DEVELAY, 1991 p.48). Contudo, o processo de transposição didática começa longe da escola, quando uma pluralidade de agentes, incluindo políticos, acadêmicos, membros do sistema educacional - a chamada “noosfera”

- seleciona os corpos de conhecimento a serem transmitidos, e os reconstrói para torná-los “ensináveis” (BOSCH & GASCON, 2006). Essa primeira transformação - do conhecimento acadêmico produzido em instituições para o conhecimento a ser ensinado - é chamada de transposição didática *externa*, porque acontecem fora da escola. Encontramos, também, aquela transposição realizada por professores em sala de aula, a chamada transposição didática *interna*, e que ocorre dentro da escola (WINSLOW, 2011).

No contexto dessa teoria, o que está em jogo são os processos de transformação que um saber sofre ao sair do seu ambiente de produção - o meio acadêmico - para ser inserido e utilizado no sistema didático. Segundo Brockington e Pietrocola (2005), para Chevallard, a transposição didática funciona como um eficiente instrumento de análise do processo no qual o saber produzido pelos cientistas, o chamado saber acadêmico (ou saber sábio, ou saber de referência), é transformado naquele saber presente nos diferentes materiais e estratégias de ensino, o *saber a ser ensinado*. Na sala de aula, a partir das ações do professor, o saber aparece na forma de *saber ensinado*, o qual, na interação com os alunos, será transformado em *saber aprendido*.

Fig. 1 – Esquema representando o processo de transposição didática. Indica que a seleção e a adaptação dos saberes ocorre a cada momento da transformação de um contexto epistemológico para o outro, não havendo hierarquia entre eles.



Para Chevallard (1991) a TTD considera que novos saberes são produzidos para ambientes distintos do de sua origem, e as transformações que ocorrem neste não são meras simplificações. Entender esse funcionamento é o que dá sentido à teoria, pois evidencia a diferença qualitativa dos saberes, uma vez que estes se encontram em ambientes epistemológicos distintos, não havendo hierarquia entre eles. Winslow (2011) destaca que algumas vezes circulou uma ideia errônea e superficial de que a transposição didática se reduz ao mero transporte de conhecimento de diferentes fontes para os estudantes; na verdade a TTD se volta especialmente para revelar e analisar as mudanças

profundas pelas quais conhecimentos e práticas passam ao ser transpostos de uma instituição para outra.

Algumas das contribuições da TTD são destacadas por Bosch e Gascon (2006), e uma delas refere-se à *ampliação da unidade empírica de análise* didática, proporcionada a partir da ideia de que o conhecimento a ser ensinado na escola não é igual ao que é produzido em outras instâncias sociais. Existe, assim, um conhecimento elaborado com fins específicos de ensino a partir de saberes escolarizáveis, ou seja, um conhecimento que surge do conjunto de conhecimentos legitimados, onde originam os conhecimentos que irão aparecer nos documentos curriculares, que é o *saber a ser ensinado*. O *saber sábio*, desse modo, é constituído pelo universo dos conhecimentos em produção nas instituições de pesquisa. Já o *saber escolarizável* é formado pelo conjunto de conhecimentos legítimos, os quais possuem potencial para ser ensinado e que serão tomados como base para constituição de uma outra instância ainda de saber, *os saberes a serem ensinados*. Estes, por sua vez, são diferentes dos saberes efetivamente ensinados nas situações de ensino que, ainda, diferem dos *saberes aprendidos*. Em suma, a contribuição da teoria refere-se ao *status* que o *saber* ganha como unidade de análise do fenômeno didático.

Apropriações e críticas à Teoria da Transposição Didática

A primeira edição do livro de Chevallard “*La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*”, publicada em 1985, com tradução para o espanhol de 1991, teve efeito na comunidade de língua francesa e foi seguido por um número importante de pesquisadores em didática da matemática e ciências experimentais. A popularização da TTD no meio educacional (formal e não formal), dentro e fora da França, acarretou, em alguns casos, uma descaracterização das noções contidas nos pressupostos dessa teoria, gerando críticas e colocando em dúvida a sua legitimidade (MACHADO, 2011).

Bosch e Gáscon (2006) indicam que a noção de transposição didática foi rapidamente integrada a um conjunto de noções que deram existência a novos termos tais como: *sistema didático*, *didática e situações didáticas*, *contrato didático*, *esquema conceitual*. Trazem, assim, recortes da realidade social para a didática da matemática: os *corpos de conhecimento*, a *noosfera*, a *ilusão de transparência* da realidade educacional que os pesquisadores devem superar por meio de uma *vigilância epistemológica*. Com o tempo, o que estava começando a ser chamado de “Teoria da Transposição Didática” começou a se espalhar de forma muito variada, dependendo do país, das comunidades linguísticas e das afinidades científicas ou culturais dos grupos de pesquisadores.

As possibilidades e os limites da apropriação da TTD por outras áreas de conhecimento geraram críticas à teoria entre os anos de 1980 e 1990, questionando a possibilidade de aplicação deste constructo para além da matemática. A limitação do saber sábio, presente na teoria, foi problematizado por Caillot (1996) e Develay (1987, apud MARANDINO, 2004), e ambos questionaram a existência de *um* único saber sábio homogêneo e responsável por orientar toda produção do saber escolar. Caillot (1996), usando exemplos dos saberes da química e das línguas, e se apoiando nas ideias de Jean-Louis Martinand (MARTINAND, 1996, apud CAILLOT, 1996), defende a ideia de que o currículo proposto não é sempre a manifestação de uma transposição didática do saber sábio. Na visão de Caillot, a epistemologia de cada disciplina, assim como a inserção dela no campo dos saberes e das práticas são boas referências para legitimação dos saberes escolares, mas não são as únicas, sendo a TTD insuficiente e seus princípios dificilmente transponíveis para outras disciplinas escolares.

Esta crítica foi equacionada, posteriormente, pelos teóricos envolvidos na TTD. Bosch e Gascón (2006) comentam o problema da caracterização do saber sábio nas primeiras formulações da TTD e indicam que se deve fazer uma distinção entre o conhecimento “original” ou “escolarizável” (como aquele produzido por pesquisadores/cientistas e outros produtores); o chamado conhecimento a ser ensinado como oficialmente designado pelos currículos; o conhecimento ensinado pelos professores nas salas de aula; e o conhecimento realmente aprendido pelos alunos. Para estes autores, na definição dos corpos de conhecimento a serem ensinados é necessário analisar os modelos do “conhecimento escolarizável” que são tomados como garantidos nas instituições educativas. Desse modo, para esses autores, não é correto chamar o conhecimento escolarizável de conhecimento de referência, como fez, segundo eles, Astolfi e Develay; consideram que este “é certamente o ponto de referência das instituições educacionais, mas não dos pesquisadores que consideram essas instituições como objetos de estudo” (BOSCH & GASCÓN, 2006:56)

Segundo os autores citados, o que se constitui como “conhecimento de referência” são os elementos existentes nesse “corpo de conhecimento” que é potencialmente possível de se transformar em “conhecimento a ser ensinado”. Mas quais seriam esses conhecimentos? O que compõe o conhecimento escolarizável? A resposta é assim formulada:

Quando olhamos para esse objeto empírico que inclui todos os passos da matemática escolarizável até a matemática ensinada e

aprendida, precisamos elaborar nossos próprios modelos de ‘referência’ relativos ao corpo de conhecimento matemático”(BOSCH & GASCÓN, 2006:57).

Assim sendo, os pesquisadores em didática necessitam elaborar seus próprios modelos de referência, pois não existe um sistema de referência privilegiado do qual se faz a análise dos diferentes corpos de conhecimentos de cada passo da transposição didática. Os modelos de referência devem ser constantemente aprimorados pela comunidade científica e submetidos a provas e fatos, ou seja, a uma análise epistemológica. Como indica Winslow (2011:6), deve-se explicitar e descrever o modelo de conhecimento e de prática de onde estudamos a transposição didática e esta descrição “somente será ‘objetiva’ no sentido de descrever os vários passos da transposição *relativa a este modelo*”

A suposta “exclusividade” dada ao saber sábio na teoria, como referência ao saber a ser ensinado, acarretou outra crítica à TTD: o aparente papel meramente reprodutor dado ao professor na transposição didática. Leite (2007) faz uma breve análise dessa crítica e indica que, embora o professor pareça não ter o mesmo grau de importância dos outros elementos dentro da teoria, não é possível afirmar que, para Chevallard, o professor seja um mero reprodutor do saber. Segundo a autora, esta crítica, assim como outras, decorreu de uma passagem da publicação *La transposition Didactique*, em que Chevallard diz que o professor não participa do processo de transposição didática, mas trabalha na transposição didática. A pesquisadora alega que esse trecho pode ter outra interpretação, na qual não há descredibilização desse profissional, mas o coloca como um dos elementos responsáveis pelos processos transpositivos, mais precisamente, durante a já mencionada transposição didática interna, a etapa da transposição que ocorre por excelência dentro do sistema didático. Compartilhamos aqui desta interpretação.

Para além das críticas, a TTD teve relativa disseminação no mundo acadêmico, e também nas orientações oficiais para as práticas educativas, sendo possível identificar o termo em publicações na área pedagógica (FORQUIN, 1993; PERRENOUD, 1993;1999) e em documentos curriculares brasileiros, como os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática publicados em 1997.

Entendendo os saberes como parte da dinâmica social e cultural, Chevallard, ainda na década de 90, lança as bases de uma *antropologia didática dos saberes*, afirmando que esse seria o espaço onde se deve situar a TTD. Segundo seu ponto de vista, o que caracteriza os saberes é a “multilocação”, ou seja, o fato de que um saber se encontra em diversos tipos de instituição, sendo diversificadas as relações entre saber e instituição,

dependendo da maneira como os agentes da instituição o manipulam (Chevallard, 1991). Segundo Winslow (2011), o ponto principal da TTD é examinar “como” o conhecimento disciplinar (matemática, biologia, química, física, por exemplo) se comporta nos diversos contextos institucionais; “como” o conhecimento escolar se submete a um número de constrangimentos, condições, regulações, normas e costumes; e “como” ele se torna reconhecível para aqueles que o exercita. Essas ideias constituíram as bases do que, nos anos seguintes, se estabeleceu como Teoria Antropológica do Didático.

Para Bosch e Gascon (2006), de 1980 a 1995, o estudo da transposição didática era formulado, em termos de objetos de conhecimento e de relações entre objetos, de acordo com uma estrutura de ecologia institucional, o que, gerou a necessidade de buscar uma ferramenta que detalhasse e modelasse a prática matemática, incluindo sua dimensão material, e que entendesse os corpos de conhecimentos matemáticos como inseparáveis de suas práticas. Surge, assim, a noção de *praxeologia* matemática ou *organização* matemática a partir da Teoria Antropológica do Didático (TAD), a qual tem por base a ideia de que a atividade matemática – tal como a atividade em biologia, física, química, português, etc. – deve ser interpretada como uma atividade humana e, para a qual, formulou-se um modelo geral para a análise das atividades humanas – as Praxeologias. Assim, para Chevallard (2006) a natureza do conhecimento que será difundido refere-se a corpos de conhecimento, e a didática refere-se ao estudo científico de como esses “corpos de conhecimento” percorrem os “grupos humanos”. Os objetos de conhecimento devem, então, ser estudados a partir da noção de praxeologia, como veremos a seguir.

Bases da Teoria Antropológica do Didático/TAD

A emancipação epistemológica e institucional do campo educacional da matemática foi buscada por Chevallard em sua obra e, a partir do desenvolvimento e da sistematização de noção da transposição didática. Em publicações ao longo dos anos de 1980 e 1990, o autor começou a esboçar as noções de uma teoria formal do didático, ou da antropologia do didático (CHEVALLARD, 2007), que viria a originar a Teoria Antropológica do Didático (TAD).

A TAD representa uma ampliação da TTD, na medida em que inclui o processo a uma contextualização sócio-cultural dos conteúdos a serem ensinados, expressando uma nova maneira de formular e de se aproximar dos problemas em educação matemática cunhada de “abordagem antropológica” (CHEVALLARD 1991). Para Winslow (2011), o fenômeno didático pertence ao campo da antropologia, já que implica no estudo de como

as práticas humanas penetram nas comunidades e, precisamente, nas instituições. Assim, o programa de pesquisa almejado pela TAD pretende modelar as condições institucionais pelas quais uma dada disciplina e o ensino desta disciplina é construído e articulado, percebendo-se a forma como é operado e como interage.

A análise do caminho pelo qual o conhecimento e as práticas educativas passam na transposição didática, a partir de um modelo de referência estabelecido, exige explicitar, além do “como” é ensinado, “o que” se deseja ensinar, o que é efetivamente ensinado e o que é eventualmente aprendido. Isso, segundo Winslow (2011), implica no estudo antropológico dessas práticas e dos conhecimentos. Neste contexto, a TAD desenvolveu um importante conceito que dirige essa análise: a praxeologia.

A praxeologia, na TAD, se configura como a unidade básica de análise, possuindo dimensões teóricas (know-why) e práticas (know-how). Sua estrutura contém dois componentes que se referem à etimologia da própria palavra: *Praxis*, a parte prática da atividade, composta por *tipos de tarefa* e *tarefas* (representa a ação), desenvolvida por meio de uma *técnica* (representa o como realizar a ação), que compreende a maneira de se realizar os *tipos de tarefas*; *Logos*, a parte racional, compreende a explicação da ação, composto pela *tecnologia*, que explica ou justifica a escolha por um determinada *técnica*, e pela *teoria*, que aparece como um segundo nível de validação da atividade, como uma explicação e/ou uma justificativa da *tecnologia* (BOSCH & GASCÓN, 2006; CHEVALLARD, 2007; ARTIGUE, BOSCH & GASCÓN, 2011).

Para Chevallard (2007), a praxeologia representa a práxis (*tarefas e técnicas*) e o logos (*teoria e tecnologia*) elaborados, em uma ou por uma determinada instituição, para responder a determinadas tarefas. Segundo este autor:

Na vida social, uma determinada *questão* é colocada para uma dada instituição, e as pessoas nessa instituição realizam ações para respondê-la. Não se pretende que a questão pertença a nenhuma área de estudo estabelecida – pode estar associada a qualquer prática social. A resposta que se busca pode possuir a estrutura de uma praxeologia ou um fragmento de praxeologia ou um pedaço de uma complexa praxeologia (CHEVALLARD, 2007:133).

De acordo com Machado (2011:70), uma praxeologia ou organização praxeológica sempre surge para responder a uma questão ou a um conjunto delas. Na TAD, essa questão é uma *tarefa* e deve ser respondida por meio de *técnicas*, as quais precisam ser explicadas e validadas por *tecnologias* que, por sua vez, são fundamentadas em uma *teoria*. Para

exemplificar uma organização praxeológica na área de biologia, Machado (2011) refere-se ao estudo do corpo humano, afirmando que para entender o seu funcionamento é necessária uma organização biológica (OB), e, paralelamente a esta, uma organização didática (OD), muito bem delineadas e definidas (MACHADO, 2011:74). Esta organização praxeológica deve ser formada pelo conjunto de tarefas, técnicas, tecnologias e teorias que se expressam a partir das organizações didáticas e biológicas.

Importante destacar que construir praxeologias e definir modelos epistemológicos de referência não é, segundo Winslow (2011), algo natural ou evidente *a priori*. Trata-se de um processo de modelar uma dada situação didática, por meio de descrição, experimentos e análises e sua validade é determinada conforme sua utilidade em explicar o fenômeno didático em estudo. Neste sentido, a TAD, para este autor, é um programa de pesquisa eminentemente descritivo, o que não significa dizer que é neutro ou desinteressado, já que revela falhas e incoerências que podem inspirar intervenções ou reformas curriculares. Nesta linha, dois outros conceitos-chaves da TAD foram desenvolvidos mais recentemente, conferindo mais consistência à *teoria*. Um deles refere-se aos *percursos ou programas de estudo e pesquisa (PEP)*, que significa, basicamente, o caminho que se percorre para dar uma resposta a uma pergunta em uma dada situação de ensino.

Para Chevallard (2006), um programa de estudo e pesquisa é para ser pensado como uma parte do currículo, sendo também determinado por restrições impostas a partir do contexto oferecido pelo currículo existente. Assim, o percurso ou programa de estudo e pesquisa é, *a priori*, indeterminado, relativo aos contextos particulares de ensino e pode se desenvolver ao longo de diferentes rotas no território delimitado pelo currículo. Esta visão de PEP na TAD, para Winslow (2011), pretende “colocar em cheque” um tipo de praxeologia muito presente no cotidiano do ensino de várias disciplinas escolares, que é considerada empobrecida e, na qual, os alunos apenas resolvem várias tarefas pontuais (e muito semelhantes) a partir de técnicas que apreendem, sem que ocorram maiores desafios, permanecendo em um nível mais instrumental de tecnologia e sem que haja um real trabalho no nível da teoria, a qual surge, muitas vezes, de forma limitada, com a explicação dada pelo professor. Segundo este autor, esse tipo de organização didática pode parecer eficiente em contextos nos quais se exige apenas a resolução de testes e provas, mas que está efetivamente reduzido ao que Chevallard, de forma crítica e sarcástica, chama de “visitar os monumentos”, ou seja, um contato breve e superficial com o conhecimento,

como turistas ao visitarem obras que são tomadas como relevantes, passando de um para outro sem que realmente haja uma relação mais profunda e densa entre os mesmos.

Uma prática de ensino que não permita o contato mais profundo com *tecnologias* e *teorias* pelos próprios alunos e nos quais as explicações e os aprofundamentos estão centrados somente no professor, corre o risco de perder tanto as perguntas que orientam o estudo quanto a importância das respostas, tornando ilusória a facilidade do ensino e a aquisição de conhecimentos. Diante deste cenário, Winslow (2011) explicita que “a proposta de programas ou percurso de estudo e de pesquisa (PEP) é um tipo radicalmente diferente de organização didática”. Nela se propõe uma ampla organização praxeológica em que as perguntas geradoras devem ser respondidas a partir do desenvolvimento de praxeologias pelos alunos. Estas, por sua vez, previamente elaboradas pelos professores deverão direcionar a ação ou o percurso da prática. Pode-se, então, traçar este "percurso" por meio de sucessivas perguntas e respostas, a partir da intervenção do professor e da escolha de boas perguntas, que envolvem a construção de respostas por parte dos alunos. Neste percurso, os alunos podem proceder não só por meio da “pesquisa pura” ou da ação criativa, baseada nas praxeologias desenvolvidas por eles anteriormente, mas também por meio da consulta a obras, ou seja, do "estudo" de materiais considerados potencialmente úteis para responder as perguntas, existindo uma verdadeira dialética entre ‘estudo’ e ‘pesquisa’ no PEP.

Dessa forma, o PEP revela sua dimensão de ferramenta de *design* ou planejamento por meio do qual uma questão pode ser investigada, permitindo a possibilidade de o aluno criar hipóteses sobre as trajetórias de estudo e pesquisa. A ideia de percursos de estudo e pesquisa continua em desenvolvimento na TAD e, segundo Winslow (2011), é um desdobramento de uma linhagem de pesquisa no campo da pesquisa em ensino da matemática ligada a “pesquisa em design” e a “engenharia didática”.

Outro conceito relevante da TAD e o último que gostaríamos de abordar aqui refere-se aos *níveis de co-determinação*. Esta ideia parte do pressuposto de que as possibilidades e as restrições pelas quais os processos de transposição passam não podem ser compreendidas somente se analisarmos o nível da sala de aula. A perspectiva da praxeologia, para Bosh e Gascón (2006), engloba ainda outros níveis de organização ou co-determinação que, em última análise, irão influenciar a organização didática. Tais níveis são formados por instituições, atores ou instâncias locais, regionais e globais. Nesse sentido, a transposição didática, formulada em termos de praxeologias, pode descrever as influências e transformações do conhecimento, desde os níveis oficiais do conhecimento

escolarizável – que pode ser encontrado nas pesquisas científicas ou em níveis mais informais utilizados pelos pesquisadores no seu dia a dia – até aqueles explicitamente ensinados nas salas de aula ou aqueles menos explícitos, mas apreendidos, logo, válidos para um grupo de estudantes. É também uma boa ferramenta, segundo os autores, para explicitar os modelos epistemológicos de referência, ajudando os pesquisadores a identificar os constrangimentos presentes nas praxeologias a serem ensinadas na prática de professores e alunos.

Para Artigue e Winslow (2010) as praxeologias, tanto didáticas quanto relativas às áreas de conhecimento, não podem ser entendidas sem se considerar os contextos em que estão inseridas. São determinadas pelas hierarquias dos diversos níveis institucionais que acabam por promover possibilidades e restrições às mesmas. Os níveis de determinação didáticas são, assim, definidos a partir dos conteúdos/matérias trabalhados na sala de aula, passando pelos temas, setores, domínios, disciplinas, pedagogias, escola, sociedade e civilização, aos quais os conteúdos pertencem. A seguir, apresentamos um exemplo de Artigue e Winslow (2010:6) sobre os níveis de determinação didática relativa a conteúdos da matemática. Nota-se que os locais onde as *teorias* e *tecnologias* (logos) e as *técnicas* e *tarefas* (práxis) serão definidas são aqueles mais diretamente ligados ao processo de ensino pelo professor e de aprendizagem pelo aluno.

Fig. 2 - Níveis de co-determinação. Traduzido de Artigue e Winslow (2010)



Conforme indicam os autores, muitos desses níveis de determinação, especialmente os mais altos, não são facilmente modificáveis pelos professores; nos demais níveis podem atuar os atores envolvidos nas diferentes instâncias de decisão curriculares, incluindo também o professor. Para melhor compreensão deste diagrama, segundo Artigue e Winslow (2010), um *domínio* é uma coleção de organizações regionais, envolvendo várias teorias que formam grande parte das *disciplinas* (no exemplo, poderia se referir a “álgebra”). O *setor* é caracterizado por uma teoria unificada de uma ou mais organizações regionais; assim, ao estudar um *setor* iremos encontrar organizações praxeológicas unificadas por uma teoria que, por sua vez, revelam os diferentes *temas*, referentes às tecnologias. Finalmente, um *conteúdo* concentra um tipo de tarefa e de técnica articulados em um *tema* amplo.

O desenvolvimento da TAD e de seus constructos teórico-metodológicos vêm se dando ao longo dos últimos anos, conferindo novo fôlego ao estudo didático da relação entre conhecimento/saberes e formas de ensinar. Ainda que a grande produção acadêmica desta teoria se desenvolva no âmbito da didática da matemática, existem trabalhos que se pautam na sua utilização na didática das ciências naturais. A seguir algumas dessas produções serão apresentadas e comentadas, focalizando a uso da TTD e da TAD no ensino das ciências naturais e, em especial, na educação em museus de ciências naturais, foco maior de nossas investigações.

A TTD e a TAD na pesquisa em didática das ciências naturais: breve levantamento

TTD e TAD no Ensino de Ciências

Uma busca em mecanismos de pesquisa especializados (Google Scholar, principalmente) e em banco de dados de teses e dissertações de universidades públicas (sobretudo da Universidade de São Paulo) revelou que, no contexto da pesquisa brasileira de ensino de ciências, a TTD e a TAD são utilizadas tanto como ferramentas de análises de situações didáticas e materiais didáticos, quanto como referencial teórico de reflexão da prática e da formação docente. O breve levantamento que ora apresentamos priorizou os trabalhos publicados após o ano 2000, quando ocorreu uma maior divulgação da TAD, e a leitura dos resultados dessa busca revelou uma ênfase em estudos que analisam materiais didáticos e/ou a formação de professores. É possível, também, encontrar trabalhos que utilizam a TAD ou a TTD para análise de atividades específicas em sala de aula, museus,

sequências didáticas e em observações de aula com recortes nos níveis de ensino fundamental, médio e no ensino superior.

Com relação às pesquisas brasileiras de ensino das ciências naturais, o ensino de física apresenta um número expressivo de artigos utilizando os princípios e ferramentas da TTD em suas análises de livros e manuais didáticos (SOUSA, 2009; KNEUBIL, 2014; BROCKINGTON e PIETROCOLA, 2005; SOUSA, 2015; ALVES-FILHO, 2000; ELIAS, 2015; RODRIGUES, 2001; FERNANDES, 2015; PIETROCOLA, 2010; SIQUEIRA, 2012). Há também alguns trabalhos que utilizam a TAD como referencial de análise de situações de ensino e aprendizagem (AZEVEDO, 2008; BUSE, 2014; SOUSA & RICARDO, 2014; SCHIVANI, 2014; ZANARDI, 2013).

Na pesquisa em ensino de química alguns trabalhos são realizados tendo como referencial teórico a transposição didática. Nota-se uma ênfase em estudos sobre materiais didáticos, sobretudo no que diz respeito à comparação entre manuais de curso superior e livros didáticos de ensino médio (DINIZ, NETO, SILVA, 2015; MARTINS, 2012; MOREIRA, 2011; MILARÉ, 2014; GUIMARÃES, 2009; SILVA, 2011;; ROSA, CATELLI, FENNER, 2012; ELIAS, 2015). Poucos trabalhos que utilizam a TAD como referencial teórico foram encontrados nesta área do ensino, dentre eles o trabalho de Rosa (2015) chama a atenção por buscar uma aproximação entre a pesquisa em ensino de química e a TAD.

No contexto da pesquisa brasileira em ensino das ciências biológicas, os usos dados à TAD e TTD privilegiam análises de processos de ensino dos conteúdos conceituais e procedimentais na sala de aula e em atividades de intervenção (LE MOS, 2009; MARTINS, 2012), na elaboração de jogos didáticos (GODIN, 2014) e em museus (MARANDINO, 2001; OLIVEIRA, 2010; SALGADO, 2011; BUENO, 2015). Ainda encontramos trabalhos que analisam livros didáticos (LIMA, 2002; CARVALHO, 2009; FRANZOLIN, 2012; FRANZOLIN, 2014; MACHADO, 2011) e outros que se debruçam sobre o currículo (LIMA, 2011; GUIMARÃES et al, 2008; DAL-FARRA e NUNES-NETO, 2014; MOREIRA et al, 2011; MÍGLIO e TÉRAN, 2012; MACHADO, 2013).

Os trabalhos elencados, mesmo sem a pretensão de esgotar a produção brasileira sobre a TTD e TAD, revelam algumas tendências, como destaque a análise de manuais didáticos, ajudando a mapear os atuais interesses no uso dessas teorias na área da didática das ciências. Dentre elas encontramos alguns trabalhos que utilizam as teorias indicadas para estudar o fenômeno educativo museal e sobre este tópico vamos nos debruçar a seguir.

A TTD e TAD na Educação em Museus de Ciências

Neste item, ao apontar as investigações que abordam o uso da TTD e da TAD na educação em museus, trazemos uma análise da relevância de se estudar o fenômeno educacional museal a partir dessas teorias. Assim, é possível afirmar que a preocupação didática esteve presente nas exposições dos museus de ciências desde pelo menos o século XIX e, ao longo dos anos, as intenções de ensino e aprendizagem promovidas por estes locais vêm sendo reforçadas (VAN-PRAET, 1989; McMANUS, 1992).

Quando se atribui aos museus, em especial às suas exposições, funções didáticas, algumas questões se colocam: como a cultura material é transformada em objeto expositivo? Como se estabelece a relação entre espaço, tempo, temática, texto e objeto na produção de uma exposição? Como o público visitante se torna um aprendiz nesses espaços? Esses questionamentos podem ser sintetizados na seguinte pergunta: como estudar e conceber uma exposição de museu na perspectiva da didática? Se entendermos o museu como um espaço de educação, torna-se central a questão da transposição do conhecimento que nele ocorre.

Museus são instituições que se relacionam com o saber por meio de agentes que os manipulam com intenções de ensino e divulgação. No que se refere a exposições dos museus de ciências, suas funções estão voltadas tanto a tornar as informações apresentadas em textos, objetos e multimídias acessíveis ao público visitante, quanto a proporcionar momentos de prazer e deleite, ludicidade e contemplação. Além disso, a transformação do saber que ocorre no espaço expositivo é também determinada pelas especificidades do museu quanto aos seus aspectos de tempo, espaço e objeto e deve ser vista no contexto dessa cultura institucional particular (MARANDINO, 2005).

A afirmação acima nos mobiliza a refletir sobre a relevância da educação em museus de ciências na perspectiva da didática. De acordo com MARANDINO (2004), a transformação do conhecimento científico com finalidade de ensino e de divulgação – objetos de conhecimento do campo da didática - pode ser analisada no intuito de compreender não só os processos de ensino e aprendizagem nesses espaços, como a produção de novos saberes que ocorrem nesses processos.

Nessa direção, as ideias da TTD foram apropriadas para contextos de educação em museus com o objetivo de entender os processos de transformação pelos quais os conhecimentos científicos sofriam ao serem apresentados em situações de ensino e de divulgação. Os trabalhos de Allard e Boucher (1991) e de Asensio e Pol (1996) são

exemplos de estudos que assumem a transposição didática como princípio na mediação entre professor/guia e público e na produção das exposições. Simoneux e Jacobi (1997), a partir da análise da transformação do conhecimento em uma exposição sobre biotecnologia, cunham o termo transposição museográfica, que é definido por Achiam (2012) como a desconstrução e reconstrução sistemática do conteúdo para expressá-lo de acordo com as especificidades de um dado tipo de exposição. Essa noção tem sido aplicada em estudos nacionais e internacionais para analisar o processo de desenvolvimento de exposições, como Mortensen (2010), Oliveira (2010), Salgado (2011). Esses trabalhos, em síntese, analisam o processo de seleção de conteúdos e estratégias educacionais e comunicacionais na produção das exposições de museus, avaliando suas aproximações e distanciamentos entre um dado modelo epistemológico de referência (saber/conhecimento sábio ou saber/conhecimento de referência) e o que efetivamente aparece na exposição. Utilizam-se em grande parte do conceito de transposição didática e museográfica, e constroem modelos epistemológicos de referência apoiando-se em outras ideias do campo educacional (mapas conceituais, por exemplo) e, ainda, trazem para a discussão outros constructos da TTD como o da ideia de vigilância epistemológica aplicada aos museus.

Algumas especificidades da apropriação da TTD para o contexto museal são apontadas por Mortensen (2010). Tanto a transposição didática como a museográfica ocorrem em dois momentos de transformação - as *transposições interna e externa* - mas, enquanto esses dois momentos ocorrem em diferentes níveis no contexto escolar (dentro e fora da escola), nos museus ambos ocorrem na mesma instituição, pelo mesmo grupo de atores. Marandino (2011), por sua vez, analisa esse processo de transformação do conhecimento nos museus tomando por base o modelo de sistema didático de visita escolares às exposições de Allard *et al.* (1996), evidenciando seus elementos e as relações entre eles. Nesse sistema, ao discutirem a mediação entre o conhecimento exposto e os alunos, feita pelo professor ou monitor, os autores fazem referência ao conceito de transposição didática, fundamentados no trabalho de Chevallard (1991). Afirmam, desse modo, que, no processo de mediação feita por professores ou monitores, o saber apresentado na exposição sofre transformações, com objetivo de se tornar compreensível para os alunos, sendo que esses elementos constituem o sistema didático no museu.

O artigo de Allard *et al.* (1996) descreve sucintamente as relações entre os elementos do sistema – aluno, mediador/professor e saber - e se propõe a focalizar o processo educativo relacionado ao momento da visita. Consideramos que, para além das transformações do conhecimento que ocorrem na hora em que o visitante entra em contato

com os conteúdos da exposição – por meio de seus textos e objetos ou com a mediação ou não de um outro sujeito – um outro processo de seleção e adaptação deste conhecimento já foi realizado anteriormente, e se refere à produção do discurso expositivo. O discurso expositivo é, neste sentido, resultado de seleções que a cultura científica passa sendo também determinado pelas instâncias macroestruturais da sociedade que, junto com os saberes e atores envolvidos, determinam os saberes que serão hegemônicos no discurso expositivo final.

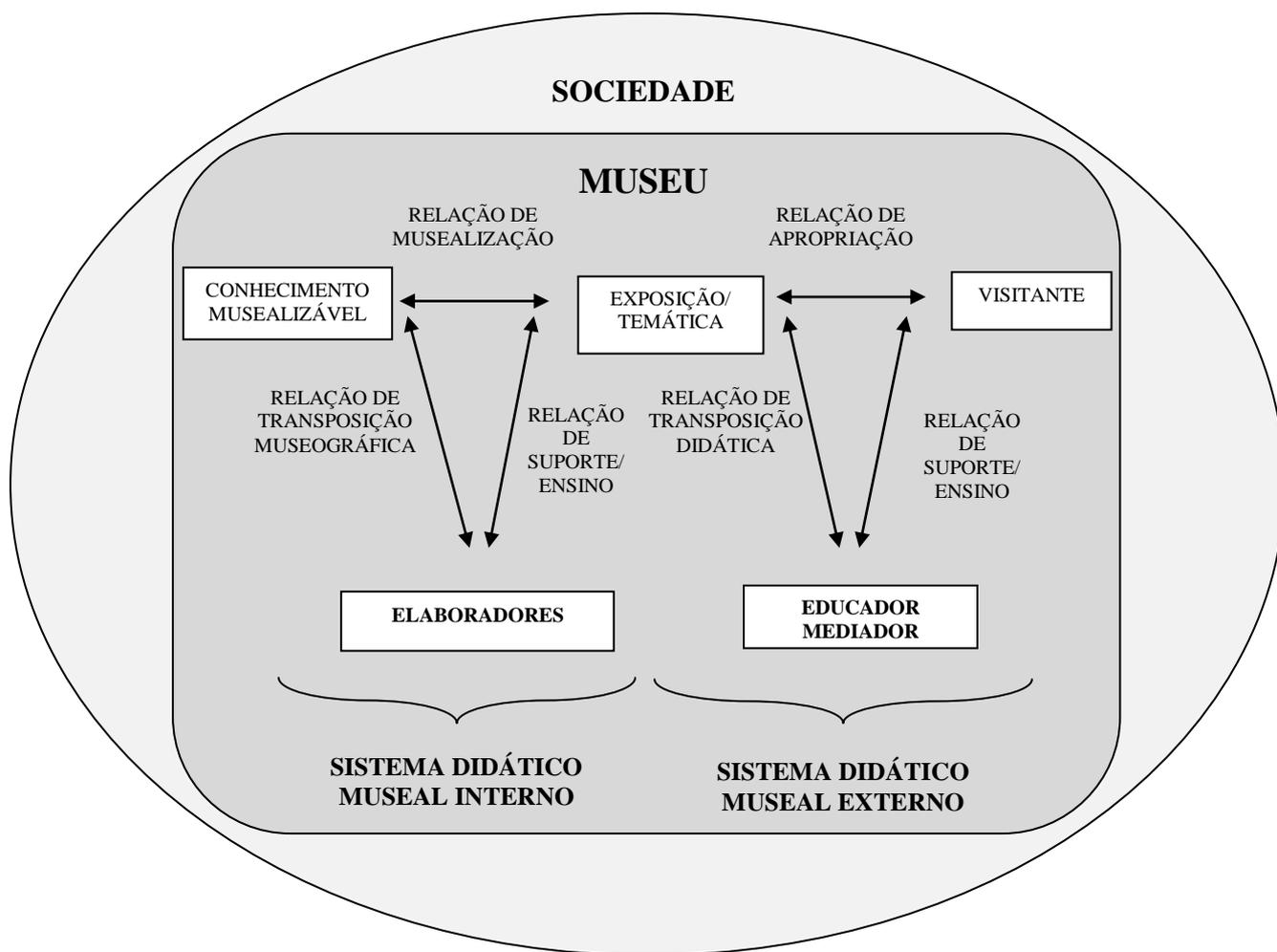
A figura 3 apresenta o modelo que ilustra esse processo de constituição do discurso expositivo (MARANDINO, 2011) e busca realçar as relações didáticas no interior da instituição museal em dois importantes momentos: um primeiro, referente ao processo de produção da exposição – o sistema didático museal interno – e um segundo, referente ao momento da visita do público – sistema didático museal externo. No processo de produção da exposição participa a noosfera museal que seleciona, organiza e legitima aquilo que aparece efetivamente na exposição. O sistema didático museal interno envolve três eixos, que são conectados por relações: o conhecimento musealizável, os elaboradores e a exposição ou temática. O conhecimento a ser exposto, oriundo do rol de conhecimentos passíveis de serem musealizados – ou conhecimentos potencialmente transformáveis em conhecimentos expostos nos museus – forma o *conhecimento musealizável*. Em geral, este tem sua base nas coleções dos museus ou nos conceitos básicos das áreas da ciência sobre a qual se quer expor e, em última instância, se constitui como o modelo epistemológico de referência para o ensino no museu.

Esses conhecimentos passam por processos de transposição museográfica na produção da exposição, e sua seleção ocorre sob influência de muitos níveis do sistema e de vários atores. Na menor unidade do sistema didático museal interno ele será definido pela equipe de elaboradores diretamente envolvidos na produção da exposição. Estes elaboradores variam de um contexto institucional para outro, podendo ser desde os próprios cientistas e curadores até equipes que incluem educadores, comunicadores, *designers*, artistas plásticos, entre outros. Há ainda aqueles profissionais que realizam trabalhos técnicos, como os marceneiros, os taxidermistas, os eletricitas, e suas ações podem ter alguma influência no discurso final.

Tanto o sistema didático interno do museu – responsável pela produção do discurso expositivo mediante o processo de transposição museográfica – quanto o sistema didático externo – referente ao momento da visita pelo público e quando ocorre a transposição didática – encontram-se mergulhados no entorno social e, dessa forma, sofrem as

influências e são regulados pelas relações de poder estabelecidas entre os agentes e as instituições que participam das instâncias macroestruturais da sociedade.

Fig. 3 – Modelo de constituição do discurso expositivo: destaca as relações didáticas da instituição museal em dois importantes momentos: o sistema didático museal interno e o sistema didático museal externo.





A exposição aparece, neste modelo, como o elo entre as intenções educativas do museu e os processos de aprendizagem do público durante a visita. Seus objetos – sejam eles originais, oriundos das coleções ou réplicas, modelos e aparatos tecnológicos – estão organizados no espaço com a finalidade de expressar determinados conteúdos. Esses objetos, a maneira com que se revelam e as relações que estabelecem com a linguagem de apoio – via textos encontrados em etiquetas, painéis ou hipertextos – devem levar em conta as formas específicas com que o público visita uma exposição, evidenciando, dessa maneira, os constrangimentos e as imposições que o espaço e o tempo oferecem a esta experiência. São, neste sentido, co-determinados pelos diferentes níveis do sistema.

A caracterização do sistema didático museal e dos elementos que o compõem com base nos pressupostos da TTD auxilia a delimitar os objetos de estudo da didática museal (MARANDINO, 2011), os quais buscam entender como se dão as relações entre os elementos desse sistema didático, seja no processo de produção das exposições, seja no momento da visita. Além disso, busca-se também entender as relações entre o contexto social mais amplo – as instituições e os atores que compõem o entorno – e a produção de conhecimento educacional no museu, incluindo formas de regulação e legitimação. A partir do desenvolvimento da TAD e de sua apropriação para o estudo da educação em museus, estes aspectos vêm sendo aprofundados e ampliados.

Assim, o estudo da praxeologia por meio da TAD vem sendo desenvolvido para analisar o ambiente de ensino e aprendizagem em exposições de museus, ajudando a desenvolver o desenho das exposições e produzir princípios fundamentais, ampliando seu impacto educacional. Mortensen (2010), por exemplo, ampliou o uso da TTD, explorando também a TAD em museus de ciências ao estudar as atividades de uma exposição de imersão utilizando a noção de praxeologia como ferramenta para desenvolver a sua análise. Neste trabalho a autora explora as aproximações e distâncias entre a praxeologia intencionada pelos conceptores de uma exposição intitulada “Expedição Caverna” e a praxeologia observada pelos visitantes. Da mesma forma, Achiam (2012)⁶ desenvolveu investigação usando a praxeologia para descrever as interações entre o visitante e o objeto,

⁶ Marianne Mortensen assume o sobrenome Marianne Mortensen Achiam nas publicações após 2010.

percebendo as diferenças e discrepâncias entre a praxeologia intencionada e a observada, no nível das tecnologias intencionada e aprendida.

Bueno (2015) também fez uso da TAD em estudo, e para isso analisou um diorama (cenário que representa ambientes, muito comuns nos museus de história natural) como objeto didático, produzido com a finalidade de ensino e aprendizagem para as exposições. Para tal, estudou a organização praxeológica desse objeto, revelando suas dimensões práticas (*práxis*) e lógicas (*logos*) no intuito de verificar como os museus ensinam por meio de exposições. A análise qualitativa dos dados da pesquisa permitiu identificar a teoria e a tecnologia do diorama no contexto de sua exposição e, também, as tarefas e as técnicas propostas. Os resultados obtidos revelaram o potencial educativo do diorama e serviram como proposta para desenvolver processos de produção de exposições em museus de ciências.

Além da praxeologia, outros constructos da TAD vêm sendo utilizados para o estudo da educação em museus como, por exemplo, os níveis de co-determinação. Achiam e Marandino (2014) desenvolveram um modelo teórico para categorizar e contextualizar as condições e os constrangimentos que co-determinam a produção das exposições de museus e aplicaram-no para analisar a produção de duas exposições de museus de ciências.

Como pode ser visto, a TAD, proposta por Chevallard (1991), aponta para um referencial teórico que permite identificar quais e como são as ideias e os conceitos envolvidos nas exposições de museus e quais e como são aprendidas pelos visitantes. Este programa de pesquisa se apresenta como um modelo descritivo promissor e consistente para revelar o processo didático nos museus, ou seja, o ensinar e o aprender que ocorrem nesses locais e, dessa forma, constituem importante instrumento para desvelar a estrutura teórico-prática das atividades educativas presentes em museus. Isto é relevante pois evidencia as potencialidades educativas desses locais, contribuindo para o desenvolvimento dos processos de produção e compreensão de ações educativas nos museus de ciências.

Considerações Finais

A TTD e a TAD possuem como base um programa epistemológico centrado inicialmente no ensino da matemática, mas que vem se ampliando para outras áreas do ensino, em especial o ensino de ciências. Schivani (2012) indica que a TAD, por ser uma proposta focada na Matemática como atividade humana, pode, a princípio, ser aplicada a

qualquer tipo de atividade em que seja possível definir as tarefas a serem executadas e os conhecimentos que estão na base de sua execução.

A didática das ciências vem se configurando como um campo de investigação de rápido crescimento, que visa a determinar os objetos do ensino das ciências, renovar suas metodologias, melhorar as condições de aprendizagem para os alunos (ASTOLFI & DEVALEY, 1991), e tem se tornado uma via diferenciada às tendências didático-metodológicas atuais, as quais evidenciam o papel dos atores sociais (relação aluno/aluno, aluno/professor, professor/comunidade, etc.) em detrimento das estruturas que compõem a problemática dos saberes escolares no interior do sistema didático (aluno/professor/saber), ou, em prejuízo do processo de “estudo” (CHEVALLARD, 2006). Nessa linha, tanto a TTD como a TAD possuem forte conexão com a análise dos conteúdos de ensino dentro dos processos didáticos, pois buscam uma análise epistemológica sobre os processos de ensino e de aprendizagem.

Na mesma perspectiva, entendemos que tanto a TTD quanto a TAD são ferramentas muito úteis para compreensão dos processos de ensino e aprendizagem dos museus de ciências, já que possibilitam analisar as estruturas que compõem a problemática dos saberes no interior do sistema didático museal e o percurso de estudo e pesquisa que ocorre neste espaço. Sabemos que há um longo caminho a ser percorrido, já que ainda são escassas as investigações que se utilizam dos conceitos-chaves da TTD e TAD nos museus. Com relação à TAD, com exceção das ideias de praxeologia e de níveis de co-determinação, não localizamos os demais constructos da teoria sendo abordados para o estudo do ensino e aprendizagem de saberes nos museus.

As poucas pesquisas desenvolvidas usando a TTD e a TAD nos museus de ciências revelam potencialidades e alguns importantes desafios que serão aqui brevemente mencionados. As potencialidades já foram, de certa forma abordadas nos itens anteriores e se voltam especialmente para a possibilidade de desenvolver um modelo descritivo de análise de situações de ensino – de educação, de divulgação – que ocorrem nos museus. Sabe-se que os museus oferecem uma ampla variedade e quantidade de ações educacionais, dentre elas as exposições, e também é sabido que não existem muitos modelos teóricos que promovam o estudo e a avaliação dessas iniciativas. As pesquisas em educação em museus de ciências têm focalizado, em grande parte, a aprendizagem de seus visitantes a partir de referenciais teóricos do campo da psicologia da educação (MARANDINO, 2006; FALK & DIERKING, 2000; ALLEN, 2002), sofrendo, a nosso ver, a mesma limitação que os estudos didáticos na escola sofrem. Não diminuindo a

relevância e a necessidade de que essas pesquisas sejam realizadas, nosso interesse recai sobre um olhar diferenciado, didático, sobre o ensino e aprendizagem nos museus. O programa de pesquisa que a TTD e a TAD fornecem é potencialmente robusto para auxiliar tanto a análise da produção de exposições e das demais ações educativas (aqui entendendo como as intenções de ensinar e de divulgar), quanto a elaboração de ações educativas e de roteiros de visitação (aqui entendendo que o conceito de programa ou percurso de estudo e pesquisa pode fornecer uma valiosa contribuição ainda a ser dada) e, também, auxiliar o estudo das várias instâncias internas e externas aos museus que determinam como os conteúdos, os saberes, os processos e as práticas são ensinados/divulgados e aprendidos nos museus.

Do ponto de vista das limitações, entendemos que estas estão ligadas em grande parte aos próprios desafios encontrados pelo programa de pesquisa da TTD e da TAD. Sendo a origem dessas teorias o campo do ensino da matemática e a produção acadêmica majoritária voltada a este tema, as apropriações para o ensino de ciências são sempre cercadas de dúvidas, receios e necessárias adaptações. O mesmo pode ser dito sobre o uso dessas teorias para a educação em museus, na medida em que os elementos que constituem a didática museal são particulares desse espaço e, desse modo, o desenvolvimento de investigações apoiadas nesses referenciais é também cercado de dúvidas, receios e necessárias adaptações. Tais desafios se revelam tanto na perspectiva da mobilização dos conceitos envolvidos nas teorias quanto, e em especial, no desenvolvimento metodológico para análise do fenômeno educativo museal. Há aqui um caminho a ser percorrido para que o potencial que modelo descritivo que a TTD e a TAD oferecem possa realmente ser efetivado. Neste sentido, as pesquisas aqui citadas, em especial aquelas de Mortensen (2010), de Oliveira (2010), de Salgado (2011) e de Bueno (2015) experimentaram ferramentas metodológicas instigantes e cheias de desafios relevantes para cercar e analisar seus objetos de estudo: as exposições dos museus e seus públicos. Debruçar sobre suas conquistas, mas também sobre seus limites, têm sido um trabalho denso e promissor. Para nós, esses desafios, contudo, representam a virtude de se trabalhar dentro de um programa de pesquisa, percebendo suas contribuições e limitações para o estudo de um objeto específico de conhecimento: a educação em museus de ciência.

Referências

ACHIAM, Marianne Foss; MARANDINO, Martha. A framework for understanding the conditions of science representation and dissemination in museums. *Museum Management and Curatorship*. 29(1) p.66-82. 2014.

ACHIAM, Marianne Foss. A content-oriented model for science exhibit engineering. *International Journal of Science Education, Part B*, 3(3), p.214-232. 2012.

ALLARD, M.; LAROUCHE, Marie-Claude; LEFEBVRE, Bernard.; MEUNIER, Anik.; VADEBONCOEUR, Guy. La visite au musée. *Réseau*, p.14-19, Décembre 1995/ Janvier 1996.

ALLARD, Michel; BOUCHER, Suzanne. *Le musée et école*. Québec: Hurtubise HMH, 1991.

ALLEN, Sue. Looking for Learning in visitor talk: a methodological exploration. In: LEINHARDT, Gaea.; CROWLEY, Kevin.; KNUTSON, Karen (Org.). *Learning conversations in museums*. Mahwah, Lawrence Erlbaum Associates, 2002. p.259-303.

ALVES-FILHO, José de Pinho. Regras Da Transposição Didática Aplicadas Ao Laboratório Didático. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v.17, n.2, p.174-182, ago. 2000.

Artigue, M., and C. Winsløw. 2010. "International Comparative Studies on Mathematics Education: A Viewpoint from the Anthropological Theory of Didactics." *Recherches en Didactique des Mathématiques* 30 (1): 47–82.

ARTIGUE, Michèle; BOSCH, Marianna; GASCÓN, Josep. Research Praxeologies and networking theories. In: 7^o CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION. (Work Group 16 - Different theoretical perspectives and approaches in research in mathematics education) University of Rzeszów, Poland, 2011.

ASENSIO, Miquel; POL, Elena. Siguen siendo los dioramas uma alternativa efectiva de montaje? *Revista de Museologia*. Ed. AEM, n.8, p.11-20, 1996.

ASTOLFI, Jean Pierre; DEVELAY, Michel. *A didática das ciências*. Campinas, ed. Papirus, 1991.

AZEVEDO, Maria Cristina Paternostro Stella de. *Situações de ensino - aprendizagem: análise de uma seqüência didática de física a partir da teoria das situações de Brousseau*. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BOSCH, Marianna; GASCÓN, Josep. Twenty-five years of the didactic transposition. *ICMI Bulletin*. 58, p.51-65. 2006.

BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as Regras da Transposição Didática Aplicáveis aos Conceitos de Física Moderna?. *Investigação e Ensino de Ciências*. V.10(3), p.387-404. 2005.

BUENO, Juliana, Pavani de Paula Bueno. *Objetos que ensinam em museus: análise do*

diorama do Museu de Zoologia da USP na perspectiva da praxeologia. 2015. 186f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Interunidades Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo.

BUSE, Andrei. *Um olhar diferenciado sobre a cinemática no Ensino Médio: uma abordagem praxeológica das tarefas*. 2014. 141f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC, Florianópolis/SC.

CAILLOT Michel. La Théorie de la transposition didactique est-elle transposable? In: RAISKY, Claude; CAILLOT, M. *Au-delà des didactiques, le didactique*:. Débats autour de concepts Fédérateurs. France: De Boeck & Larcier, 1996. p.19-35.

CARVALHO, Graça Simões. A Transposição Didática e o Ensino de Biologia. In: CALDEIRA, Ana Maria de Andrade; ARAUJO, Eliane S. Nicolini Nabuco de (Org.). *Introdução à Didática da Biologia*. São Paulo: Escrituras. 2009. p.34-57.

CHEVALLARD, Yves; BOSCH, Marianna. Didactic Transposition in Mathematics Education. In: LERMAN, Steve (Org.). *Encyclopedia of Mathematics Education*. SpringerReference. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2013.

CHEVALLARD, Yves. Teaching mathematics in tomorrow's society: a case for an oncoming counterparadigm. 12TH INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION. Seoul, Korea, 2012. p.14.

CHEVALLARD, Yves. Readjusting didactics to a changing epistemology. *European Educational Research Journal*, 6(2), p.131-134. 2007.

CHEVALLARD, Yves. Steps towards a new epistemology in mathematics education. In: PROCEEDINGS OF THE 4TH CONFERENCE OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION (CERME 4), Barcelona, 2006. p.1254-1263.

CHEVALLARD, Yves. *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires, Aique Grupo Editor S.A., 1991.

DAL-FARRA, Rossano e NUNES-NETO, Nei. Reflexões sobre filosofia e história da biologia e educação. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*. v.16, n.2. 2014.

DINIZ, Denise; NETO, José; SILVA, Flávia. Uma Análise Da Transposição Didática Das Reações Químicas. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*. v.5 n.2, mai/ago 2015.

ELIAS, Juliano de Almeida. *Física, química e história: uma proposta interdisciplinar para o ensino médio*. 2015. 114f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

FALK, John. Howard.; DIERKING, Lynn. Diane. *Learning from Museums: visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA: Altamira Press, 2000.

FERNANDES, José Amilton. *Balança de Ampère-Faraday: uma estratégia para discutir campo magnético e força magnética*. 2015. 132f. Dissertação (Mestrado Nacional

Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FORQUIN, Jean Claude. *Escola e cultura: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

FRANZOLIN, Fernanda. Generalizações que distanciam os conhecimentos dos livros didáticos das referências em Genética. *Genética na Escola*. v.9, n.2. 2014.

FRANZOLIN, Fernanda. *Conhecimentos básicos de genética segundo professores e docentes e sua apresentação em livros didáticos e na academia: aproximações e distanciamentos*. 2012. 674f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GONDIN, Cristiane Miranda Magalhães. *A formação de professores de Ciências: reflexões a partir da construção de um jogo sobre os ciclos biogeoquímicos*. 2014. 164f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – UFMS. Mato Grosso do Sul.

GUIMARÃES, Cleidison Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e descaminhos rumo às aprendizagens significativas. *Química Nova na Escola*. v.31, n.3, ago. 2009.

GUIMARÃES, M. D. M. et al. A Teoria Gaia é um conteúdo legítimo no ensino médio de Ciências? *Pesquisa em Educação Ambiental*. v.3, n.1, p.73-104, jun. 2008.

KNEUBIL, Fabiana Botelho. O Percurso Epistemológico dos Saberes e a Equivalência Massa-Energia. 2014. 303f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LEITE, Miriam. Soares. *Recontextualização e transposição didática: introdução à leitura de Basil Bernstein e Yves Chevallard*. Ed. Junqueira&Marin. Araraquara, São Paulo, 2007.

LEMO, Evelyse dos Santos. Aprendizagem significativa e a formação inicial de professores de ciências e biologia. *Enseñanza de las Ciencias*. In: VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 2009, Barcelona. p.2979-2983.

LIMA, Maria Jacqueline Girão Soares. *A disciplina Educação Ambiental na Rede Municipal de Educação de Armação dos Búzios: investigando a tensão disciplinaridade/integração na política curricular*. 2011. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

LIMA, Maria Jacqueline Girão Soares. *Dos saberes científicos aos saberes escolares: uma proposta metodológica para o estudo da transposição didática do conceito de teia alimentar*. 2002. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro.

MACHADO, Vera. Mattos. Análise das orientações didáticas dos PCNs de Ciências: enfoque sobre a problematização. *Horizontes – Revista de Educação*, Dourados, v.1, n.1, jan/jun. 2013.

MACHADO, Vera. Mattos. *Prática de estudo de ciências: formação inicial docente na unidade pedagógica sobre a digestão humana*. 2011. 267f. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul.

MARANDINO, Martha. *Por uma didática museal: propondo bases sociológicas e epistemológicas para a educação em museus*. 2011. 384f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARANDINO, Martha. Perspectivas da Pesquisa Educacional em Museus de Ciências In: SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos Santos; GRECA, Ileana Maria (Orgs.). *A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias*. ed. UNIJUÍ, v.1, 2006. p. 89-122.

MARANDINO, Martha. A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciências. *História, Ciências, Saúde - Manguinhos*. v.12 (suplemento), p.161-181. 2005.

MARANDINO, Martha. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. *Revista Brasileira de Educação*. Anped, maio/jun/jul/ago, n.26, 2004.

MARANDINO, Martha. *O conhecimento biológico nos museus de ciências: análise do processo de construção do discurso expositivo*. 2001. 451f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARTINS, Rodrigo Machado. *A transposição didática do papel termodinâmico do ATP gera conceitos alternativos?* 2012. 90f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MCMANUS, Paulette. Topics in Museums and Science Education Studies. *Science Education*, v.20, p.157-182. 1992.

MÍGLIO, Mamice Araújo; TERÁN, Augusto Fachin. Concepções de professores sobre transposição didática em escolas da rede pública de ensino da cidade de Manaus. *Revista Educação e Emancipação*. Maranhão, v.5, n.2, jul/dez. 2012.

MILARÉ, Tathiane. A proposta metodológica de ilha interdisciplinar de racionalidade em um curso de licenciatura em química: discutindo informações de corrente de e-mail. *Química Nova na Escola*. São Paulo. v.36, n.2, p.126-134, maio. 2014.

MOREIRA, P. F. S. D. et al. A Bioquímica do Candomblé – Possibilidades didáticas da aplicação da lei federal 10639/03. *Química Nova na Escola*. São Paulo. v.33, n.2, maio. 2011.

MORTENSEN, Marianne. Foss. Museographic transposition: the development of a museum exhibit on animal adaptations to darkness. *Éducation & Didactique*, v.4, n.1, p.119-137. 2010.

OLIVEIRA, Adriano Dias de. *Biodiversidade e museus de ciências: um estudo sobre transposição museográfica nos dioramas*. 2010. 173f. Dissertação (Mestrado em Ensino de

Ciências) – Interunidades Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo.

PIETROCOLA, Maurício. *Inovação curricular e gerenciamento de riscos didático-pedagógicos: o ensino de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea na escola média*. FEUSP, São Paulo. 2010.

PERRENOUD, Philippe. *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens, entre duas lógicas*. ARTMED, Porto Alegre, 1999.

PERRENOUD, Philippe. Práticas pedagógicas, profissão docente e formação: perspectivas sociológicas. Dom Quixote Instituto de Inovação Educacional, *Nova Enciclopédia*, 46, *Temas de educação*, Lisboa. 1993.

RODRIGUES, Carlos Daniel Ofugi. *Inserção da Teoria da relatividade restrita ao Ensino Médio: uma nova proposta*. 2001. 174f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ROSA, M. et al. “Penso, e todo o enigma do Universo repassa-me...”: Yves Chevallard e o Ensino De Química. *Prometeica. Revista de Filosofia y Ciencias*, ano IV, n.10, verano. 2015.

ROSA, Marcelo; CATELLI, Francisco; FENNER, Roniere dos Santos. Começa tudo a movimentar-se: Transposição Didática, Ensino de Química e Tecnologia. *Cadernos do Aplicação*, Porto Alegre, v.25, n.2, jul./dez. 2012.

SALGADO, Maurício de Mattos. *A transposição museográfica da biodiversidade no aquário de Ubatuba: estudo através de mapas conceituais*. 2011. 217f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Interunidades Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo.

SCHIVANI, Milton. *Contextualização no ensino de física à luz da teoria antropológica do didático: o caso da robótica educacional*. 2014. 220f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SIMONNEAUX, Laurence; JACOBI, Daniel. Language constraints in producing prefiguration posters for Scientific exhibition. *Public Understand. Sci.* v.6, n.4, p. 383-408. 1997.

SIQUEIRA, Maxwell Roger da Purificação. *Professores de física em contexto de inovação curricular: saberes docentes e superação de obstáculos didáticos no ensino de física moderna e contemporânea*. 2012. 203f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUSA, Wellington Batista de. *A teoria da Transposição Didática e a Teoria Antropológica do Didático aplicadas em um estudo de caso no Ensino de Física Moderna e Contemporânea*. 2015. 273f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Interunidades em Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUSA, Wellington Batista. de; RICARDO, Elio Carlos. O uso dos momentos didáticos de Chevallard aplicados em um estudo de caso em Física Moderna. XV ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2014, Maresias/São Sebastião/São Paulo.

SOUSA, Wellington Batista de. *Física das radiações: uma proposta para o Ensino Médio*. 2009. 248f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Interunidades em Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo.

VAN-PRÄET, Michel. Contradictions des musées d’histoire naturelle et évolution de leurs expositions. In: SCHIELE, B. (Org.). *Faire Voir, Faire Savoir. La muséologie scientifique au présent*. Québec, Musée de la civilisation, Montreal, p.25-33. 1989.

WINSLØW, Carl. Anthropological theory of didactic phenomena: some examples and principles of its use in the study of mathematics education. *Un Panorama de TAD, CRM Docume*, p.117–138. 2011.