

# ACELERADORES E DETECTORES DE PARTÍCULAS SOB O OLHAR DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

## ACCELERATORS AND PARTICLE DETECTORS UNDER THE LOOK DIDACTIC TRANSPOSITION

**Yasmin Reis**

Mestrado em Educação em Ciências – UESC Bahia  
[yasmin.fisica@gmail.com](mailto:yasmin.fisica@gmail.com)

**Maxwell Siqueira**

Universidade Estadual de Santa Cruz - Departamento de Ciências Exatas e  
Tecnológicas  
[maxwellsiqueira@hotmail.com](mailto:maxwellsiqueira@hotmail.com)

**Carlos Alexandre Batista**

Mestrado em Educação em Ciências – UESC Bahia  
[casbatistauesc@gmail.com](mailto:casbatistauesc@gmail.com)

### Resumo

Os conceitos científicos, especialmente relacionados à Física Moderna e Contemporânea (FMC), foram e são importantes para alcançar o atual nível científico e tecnológico. Mesmo com as crescentes pesquisas na linha de FMC, ainda são apontadas dificuldades para inserção efetiva desses tópicos em contextos reais de sala de aula. Dentre os motivos apontados na literatura para a inserção efetiva da FMC está a necessidade de atualização dos currículos. Nesse sentido, entende-se que os esforços na produção de materiais, fundamentados, que favoreçam essa atualização têm papel importante. Então, essa pesquisa indicará algumas possibilidades da inserção de tópicos de FMC, mais especificamente aceleradores e detectores de partículas, buscando compreender a sobrevivência desses tópicos em contexto escolar, apoiando-se na teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard. Uma vez que busca-se indicações sobre as chances de “sobrevivência” desses tópicos no currículo escolar de Física do Ensino Médio, tomando como base essa teoria, é possível analisar as potencialidades de sobrevivência desses saberes, desde a sua produção “saber sábio” até sua origem final “saber a ensinar”.

**Palavras chave:** inovação curricular, transposição didática, aceleradores e detectores de partículas.

### Abstract

Scientific concepts, especially related to Modern and Contemporary Physics (FMC), were and are important to reach the current scientific and technological level. Even with the growing research in the FMC line, difficulties are still aimed at effective inclusion of these topics in real contexts of the classroom. Among the reasons cited in the literature for the effective integration of FMC is the need to update the curricula. In this sense, it is understood that

efforts in the production of materials, based, favoring this update play an important role. So this research indicate some possibilities inserting topics of FMC, specifically accelerators and particle detectors, trying to understand the survival of these topics in schools, supporting the theory of Didactic Transposition of Yves Chevallard. As it seeks to indications on the chances of "survival" of these topics in the school curriculum in high school physics, based on this theory, it is possible to analyze the potential survival of this knowledge, since its production "know wise" to your ultimate source "knowledge to teach".

**Key words:** curricular innovation, didactic transposition, particle accelerators and detectors.

## Inovação curricular e a Física Moderna e Contemporânea

Os conhecimentos científicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) são bastante relevantes para a compreensão do mundo em que vivemos, principalmente pelo fato das Ciências e das Tecnologias estarem cada vez mais avançadas. Apesar de relevantes, esses tópicos dificilmente são tratados em sala de aula pelos professores. Alguns dos motivos apontados para a não abordagem desses tópicos são a falta de domínio do conteúdo por parte dos professores, a escassez de materiais didáticos e os currículos desatualizados (OSTERMANN; MOREIRA, 2001).

Quanto aos currículos, Baltazar e Oliveira (2008) afirmam que existem algumas dificuldades para a sua mudança, principalmente, devido a uma série de fatores envolvidos no processo, mas que o esforço na produção de materiais didáticos que almejam a atualização do mesmo é fundamental para a melhoria do ensino de ciências no país.

Nos últimos anos, as investigações sobre a inserção da FMC tiveram um relativo crescimento, conforme indica Pereira e Ostermann (2009). Contudo, ainda há a necessidade da produção de materiais que deem suporte aos professores. Além da produção, é de extrema importância que o processo de elaboração de materiais esteja fundamentado em referenciais que visem o processo de ensino-aprendizagem, acrescido do processo de validação dos mesmos.

Nesse contexto, a Sequência de Ensino Aprendizagem (TLS, traduzido do inglês, *Teaching-Learning Sequence*) fundamentada nos estudos de Lijnse (1994), constitui uma ferramenta metodológica que permite avaliar materiais de ensino em sala de aula. É possível encontrar alguns trabalhos que associam a *TLS* com a teoria da Transposição Didática (TD), proposta por Yves Chevallard (1991), pois a TD não tem intuito de olhar o processo de ensino-aprendizagem em contextos reais de sala de aula. Então, a *TLS* torna-se uma perspectiva futura dessa pesquisa, possibilitando preencher essa lacuna. Apesar da *TLS* e TD, ainda serem pouco utilizadas no Brasil, é possível encontrar na literatura alguns trabalhos que apresentam resultados satisfatórios (RODRIGUES; PIETROCOLA, 2012; NICOLAU; GURGEL, 2013).

Em linhas gerais, essa pesquisa investigará a possibilidade de inserção de tópicos de FMC, mais especificamente, os Aceleradores e Detectores de Partículas (ADP), no Ensino Médio, buscando analisar as possibilidades e limitações de sobrevivência desses saberes no contexto escolar, a partir da TD.

A escolha dessa temática deve-se a alguns fatores, sendo um dos principais o baixo número de artigos publicados tratando dos ADP. É possível observar no estudo de Pereira e Ostermann (2009) que dos 102 artigos analisados na área de ensino nenhum tem os Aceleradores e Detectores como tema principal.

Outro fator que justifica o tema, porém em distinta perspectiva, são de que os ADP envolvem as principais pesquisas científicas de fronteira, gerando grandes contribuições para a construção da ciência. Ainda cabe destacar, que apesar de colaborações tecnológicas, não serem o objetivo das pesquisas feitas nos ADP, os mesmos têm trazido consideráveis inovações tecnológicas para a sociedade atual.

Na perspectiva da FMC ser constituída como um conhecimento indispensável para compreensão do mundo atual, auxiliando na construção do cidadão como um sujeito crítico e reflexivo, muitos pesquisadores defendem a inserção da mesma no contexto escolar (VALADARES; MOREIRA, 1998; PINTO; ZANETIC, 1999; OSTERMANN; MOREIRA, 2000; PEREIRA; AGUIAR, 2006).

Então, em busca de possibilidades para auxiliar a inserção de tópicos de FMC no ensino, mostra-se necessário entender o processo de transformação que o conhecimento científico sofre até chegar aos espaços educativos. Para tanto, nos apoiaremos na teoria da Transposição Didática (TD) proposta por Yves Chevallard (1991).

## A Transposição Didática

Investigando a Teoria da Transposição Didática (TD) Yves Chevallard, com o livro *La Transposition Didactique*, evidenciou as transformações ocorridas no conhecimento produzido pelos pesquisadores e cientistas até as instituições de ensino. Segundo Chevallard, (1991) a Transposição Didática é vista como a ação de transformação de um objeto de saber em um objeto de ensino. Em outras palavras, é converter o conhecimento “bruto”, a ser construído em Instituições de Ensino Superior, em uma forma de um conhecimento “palpável, apreciável, acessível” aos estudantes e professores da Educação Básica (MARANDINO, 2004).

Para esse processo de transformação, a TD define a existência de três níveis ou patamares como elementos de análise do processo de transformação do saber, são: O saber sábio, o saber a ensinar e o saber ensinado.

O **saber sábio**, também chamado de saber de referência, é o produto da atividade científica desenvolvida por intelectuais ou cientistas. Para Alves Filho (2000), o saber sábio é o conhecimento produzido pelo cientista com sentido legítimo. Os membros colaboradores desse nível são os cientistas e pesquisadores. Mas como esse saber dito científico se tornaria público?

Uma vez que conhecimento da forma como produzido pelos cientistas, encontrados em revistas ou livros de referência, seria inadequado para instruir os alunos devido às etapas rígidas e termos legítimos utilizados. Chevallard (1991) propõe que esse conhecimento passe por um processo de degradação durante a primeira transformação – conhecida como TD externa –. Do saber sábio para o saber a ensinar.

O **saber a ensinar** é o segundo nível do saber, o mesmo é o resultado do processo de ‘**descontextualização**’ do saber sábio, através da adequação da linguagem científica tornando o conhecimento científico mais acessível. Em busca da aproximação desse conhecimento científico, acontece a perda do contexto original fruto do saber sábio, denominada por Chevallard como ‘**despersonalização**’. Ainda, nesse processo de transformação do saber sábio para o saber a ensinar, é necessário que haja o abandono do ambiente em que o saber foi concebido, denominado de ‘**dessincretização**’ (CHEVALLARD, 1991, p.69). Este saber apresenta-se ao público por meio dos manuais de ensino e livros didáticos, sendo possível assim incluir as propostas curriculares e os planos de ensino e sequências didáticas. Os

membros desse nível vão desde os autores desses manuais, livros e sequências até o público em geral, através do poder político que também influencia na transformação desse saber.

A segunda transformação ocorre do saber a ensinar para o saber ensinado – definido como TD interna – No **saber ensinado**, o professor é o personagem principal, buscando tornar o saber mais compreensível para os alunos, considerando os interesses dos membros que fazem parte da instituição escolar. Os membros dessa esfera são: os alunos e a administração escolar, representados por diretores, orientadores, pedagogas e outros. Devido à relação entre esses membros e o professor, há interferência no processo de transformação do saber ensinado, mas o interesse principal é sempre facilitar o processo de aprendizagem, nessa perspectiva é importante o cuidado com o tempo para tratar o conhecimento, uma vez que há: um ‘tempo real’- estabelecido em livros didáticos. Um ‘tempo didático’- tempo que o professor almeja durante o planejamento. E um ‘tempo de aprendizagem’ – inerente à aprendizagem de cada aluno.

Nesse contexto de transformação do saber envolvendo todos os membros. A transposição didática faz parte de um modelo proposto para análise do sistema didático, que é composto pelo saber ensinado (S), aquele que ensina/professor (P) e aquele que aprende/aluno (A). Esse sistema didático - também chamado por Chevallard de sistema de ensino - estaria inserido na noosfera, que, por sua vez, estaria no interior do entorno social.



Figura 1: Sistema de ensino (Chevallard, 1991, p.24, apud Leite, 2007)

Para Marandino (2004, p.97), o conceito de noosfera é central para o entendimento da transposição didática.

É onde se opera a interação entre o sistema de ensino stricto sensu e o entorno social; onde se encontram aqueles que ocupam postos principais do funcionamento didático e se enfrentam com os problemas resultantes do confronto com a sociedade; onde se desenrolam os conflitos, se levam a cabo as negociações; onde se amadurecem soluções; local de atividade ordinária; esfera de onde se pensa”.

Para verificar os indícios de sobrevivência do saber na esfera do saber a ensinar a TD define cinco regras e características para analisar se o saber poderá se tornar “ensinável”, ou seja, sua possibilidade de sobrevivência.

## A sobrevivência do saber

Chevallard (1991) propõe cinco características de transformações que devem se apresentar ao novo saber para que esse tenha possibilidade de sobrevivência no nível do saber a ensinar. De acordo com Alves Filho (2000), essas características envolvem o processo de transformação no nível do saber sábio para o saber a ensinar em uma perspectiva mais profunda, tornando-se

importante destacar que o conceito de transposição não pode ser visto como uma mera simplificação. Essas características que compõem a TD são de que o saber necessita ser:

**Consensual:** havendo concordância quanto à sua veracidade, ainda que momentânea, de forma que o professor sinta-se seguro ao ensinar, e que o aluno tenha certeza quanto à genuinidade do saber.

**Atualizado de duas formas:** uma Atualização Moral, em que se abandona o conhecimento obsoleto devido à incorporação cultural desse na sociedade, e então é introduzido um conhecimento novo. Desde que, o conhecimento a ser ensinado, esteja em um ponto intermediário entre o saber sábio e o saber que pode ser contemplado pelos pais. E uma Atualização Biológica, em que o saber deve ser específico de sua ciência vigente, constituindo modelos novos, e quando não for mais atual em relação a essa ciência em questão, deve ser tratado no contexto histórico.

**Operacional:** sendo possível elaborar diferentes tipos de exercícios a partir do mesmo, possuindo como característica principal ser uma ferramenta avaliativa, imprescindível para permanência em instituições de ensino, uma vez que as mesmas necessitam de alguma forma “avaliar” o aluno.

**Criatividade Didática:** representando uma característica necessária, quanto ao aspecto da sobrevivência do saber, pois é na mesma, que se constitui a criação de atividades autênticas da escola, ou seja, objetos que sejam específicos do ambiente escolar, utilizados como ferramenta de colaboração para a compreensão do aluno sobre o conhecimento científico. Ressaltando que essas atividades/objetos, não fazem parte da esfera que representa o saber sábio, apesar de representar os conhecimentos desenvolvidos nos mesmos.

**Terapêutico:** no sentido de que se o saber não cumprir com as regras e características anteriormente estabelecidas se adaptando ao contexto escolar, o mesmo não sobreviverá, e se perderá ao longo do tempo.

Após Chevallard (1991) definir as cinco características para a sobrevivência do saber, Astolfi (1997), em consonância, propõe cinco regras de transformações que o saber necessita/deve sofrer, trazendo algumas semelhanças com as propostas por Chevallard (ibid.), a saber:

**Modernizar o saber escolar:** no sentido de tornar o conhecimento científico mais acessível para o aluno e a sociedade em geral;

**Atualizar o saber escolar:** partindo do princípio de que, se os conhecimentos científicos, já foram incorporados numa cultura cotidiana, os mesmos se tornam obsoletos perante a sociedade, sendo necessário substituir os saberes obsoletos por novos;

**Articular o saber novo com o antigo:** essa característica une o saber, que apesar de antigo, ainda não se tornou obsoleto, com o saber novo, em uma perspectiva histórica, para melhor compreensão desses conhecimentos científicos;

**Transformar um saber em exercícios e problemas:** No sentido de que, quanto mais funcional for o saber, maior será sua possibilidade de ser incorporado ao sistema didático e sobreviver ao processo de transposição, possuindo uma grande chance de inserção do mesmo no currículo;

**Tornar um conceito mais compreensível:** No âmbito em que as regras e características tratadas até aqui, partem do princípio de transformar o saber sábio com linguagens e códigos científicos, em saber que vai compor os livros didáticos e planos de ensino. Nesse sentido, é necessário adequar tal saber possibilitando uma melhor compreensão sobre o mesmo.

A partir das regras e características da TD é possível indicar possibilidades de sobrevivência

dos saberes, Aceleradores e Detectores de Partículas (ADP), no nível do Saber a Ensinar, desde que os mesmos cumpram as regras propostas por Chevallard (1991), e estejam de acordo com as características definidas por Astolfi (1997).

### **O Olhar da TD para os Aceleradores e Detectores de partículas**

A análise a seguir buscará olhar para os tópicos, por meio da TD, indicando a possibilidade de sobrevivência. Podemos destacar diversos aspectos que demonstram a característica consensual, em relação aos ADP, uma vez que os saberes nos mesmos são aceitos na comunidade científica, existindo diversos aceleradores e detectores espalhados pelo mundo como fonte de pesquisas. Ressaltando a importância do Large Hadron Collider (LHC). Conhecido por ser um dos instrumentos científicos mais sofisticados que existem, apesar do mesmo ter sido construído com intenções de pesquisas com caráter científico, muitos aparatos e ferramentas tecnológicas, utilizados na sociedade atual, descenderam dos conhecimentos originados nos mesmos, a exemplo a rede de alcance mundial (WWW).

Quanto a **Articulação** do Saber antigo com o novo, temos diferentes conceitos da Física Clássica, como, por exemplo: campo elétrico e magnético, força, movimento circular, dentre outros. Todos esses saberes estão presentes há décadas nos livros didáticos. *Mas será que esses conceitos ou saberes não poderiam ser discutidos a partir do ADP?* Nesse sentido existe grande possibilidade de articulação entre conceitos antigos e novos, que envolvem o funcionamento dos ADP.

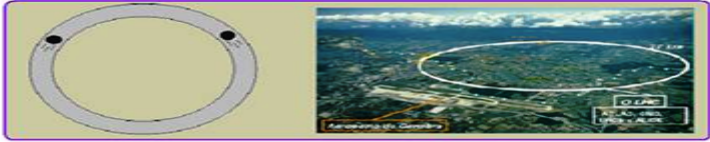
Na **Atualização Moral**, pode-se refletir em torno da mídia. Há pouco tempo foram divulgadas informações de que o LHC durante a colisão de partículas poderia gerar um buraco negro capaz de acabar com a humanidade. Nesse período, muitas pessoas acreditaram nessa informação, mas sabe-se na realidade que esses minúsculos buracos negros não podem, e nem deveriam ser comparados aos buracos negros astronômicos, já que os buracos negros do LHC se desintegram rapidamente. O que representa que os ADP são moralmente atualizados, uma vez que não se constitui como um saber de total domínio na sociedade. Já a **Atualização Biológica**, pode-se pensar em sua relação com o contexto da pesquisa, uma vez que é clara a importância dos ADP relacionada à Física de altas energias (Física de partículas).

Em relação à **Modernização do saber escolar**, observa-se que a ciência nos últimos anos vem produzindo bastante conhecimento, e estes chegam cada vez mais rápido para a população em geral, de diferentes formas, como aparelhos e dispositivos mais modernos. Dentre as contribuições dos ADP, numa perspectiva atual e social, temos no campo da medicina os aparelhos de radioterapia, radiografia, dentre outras tantas tecnologias que emergem a partir do contexto de estudo de ADP.

Para a **Atualização do saber escolar**, quanto à necessidade dessa atualização, pode-se tomar como exemplo os conhecimentos que se tinham sobre o átomo há 10 anos, e que ainda são presentes nos livros didáticos atuais e continua sendo ensinado da mesma forma por muitos professores, surgindo, assim, a necessidade de substituir a ideia atomista antiga pelos modelos atuais.

Quanto à característica da **Operacionalidade** e a regra da **Transformação do saber em exercícios e problemas**, pode-se afirmar que os aceleradores geram uma gama de atividades e exercícios a partir de seus fenômenos relacionados com conceitos ligados a Física Clássica, como: Campo magnético, diferença de potencial, conservação de energia, dentre outros. Além de exercícios e problemas, a exemplo o exercício abaixo, do livro Física em Contextos do autor Pietrocola *et al.* (2011)

4- (UFMS-MS-2010) O acelerador LHC colidiu dois prótons, girando em trajetórias circulares com sentidos opostos, sendo um no sentido horário e o outro no sentido anti-horário, veja a figura. Considere que as trajetórias dos prótons antes da colisão eram mantidas circulares devido unicamente à interação de campos magnéticos perpendiculares ao plano das órbitas dos prótons. Com fundamentos no eletromagnetismo, é correto afirmar:



01) A finalidade do campo magnético é apenas mudar a direção da velocidade dos prótons.  
02) A finalidade do campo magnético é aumentar a energia cinética dos prótons.  
04) O próton que está girando no sentido anti-horário está submetido a um campo magnético que possui um sentido que está entrando no plano da página.  
08) A força magnética aplicada em cada próton possui direção tangente à trajetória.  
16) A força magnética aplicada em cada próton não realiza trabalho.

Figura 02: Operacionalidade

Quanto à **Criatividade Didática**, temos como referência as atividades experimentais que permitam discussão sobre alguns fenômenos dos ADP, tendo o cuidado quanto às limitações existentes, quanto ao objeto real. Destacando o cuidado necessário com experimentos inerentes ao contexto escolar, sendo orientada a transformação da linguagem científica, tornando-a mais acessível, em busca de uma melhor compreensão dos conceitos (**Conceitos mais Compreensíveis**) sem perda de legitimidade.

Para o cumprimento da característica **Terapêutica** o saber deve sobreviver no contexto escolar. No caso do objeto de ensino escolhido, é analisada a inserção dos tópicos nos livros didáticos. A partir da última lista de livros aprovados em 2012, pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLD), foram escolhidos quatro livros didáticos, são eles: Física – Aula por aula de autoria Silva, C. X. (2010); Física em Contextos do autor Pietrocola et al.(2011), Conexões com a Física do autor Sant’Anna et al. (2010). E Curso de Física do autor Luz e Álvares (2000). Os ADP estão presentes nesses livros, alguns de maneira ampla, e em outros apenas como nota (pequenos trechos). Essa discussão pode nos remeter a representação de indício da Terapêutica. Contudo, esses saberes estão presentes apenas no final dos livros do terceiro ano do ensino médio, estando fadado a não ser discutido em sala de aula. Os próprios autores de alguns desses materiais indicam a importância desses saberes, caso haja tempo dos professores. Nesse sentido, como já citado, temos na pesquisa uma perspectiva futura de elaboração de uma TLS, buscando dar suporte ao processo de ensino-aprendizagem, visando diminuir as lacunas e dificuldades ainda presentes na real inserção dos tópicos de FMC.

Voltando para a discussão em torno das regras e características da TD, é perceptível a relação existente entre os ADP com as regras e características propostas pela TD, permitindo perceber que os aceleradores e detectores têm possibilidade de sobrevivência no Ensino Médio.

## Considerações finais

As discussões a partir da análise da sobrevivência dos tópicos ADP, encontraram apoio na teoria da Transposição Didática proposta por Chevallard (1991), havendo relação dos tópicos com as características e regras da mesma, indicando grandes chances de sobrevivência dos mesmos no currículo escolar. Como para indicação do aspecto de sobrevivência desses

saberes, não se faz necessário dentro da TD, olhar para a esfera do saber ensinado, permanece a preocupação de como levar esses saberes para as salas de aula, de modo a favorecer o processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, torna-se interessante e importante, a perspectiva futura de construir a Teaching Learning Sequence (TLS), pois a mesma permitirá olhar para o último nível/esfera do saber definida por Chevallard (1991) como saber ensinado, permitindo avaliar a inserção desses tópicos, em ambientes reais de sala de aula, levando esse contexto inicial da pesquisa, para uma perspectiva mais ampla e concreta, trazendo ainda mais contribuições para o ensino de ciências e a necessidade de atualização do currículo.

## Agradecimentos e apoios

A FAPESB, pelo apoio financeiro da pesquisa.

## Referências

- ALVES-FILHO, J. P., Atividades Experimentais: Do Método à Prática Construtivista. Tese de Doutorado, UFSC, Florianópolis, 2000.
- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M., Serão as Regras da Transposição Didática Aplicáveis aos Conceitos de Física Moderna? Investigações em Ensino de Ciências (Online), UFRGS - Porto Alegre - RS, v. 10, n. 3, p. 1-17, 2006.
- CHEVALLARD, Yves. La Transposicion Didactica: Del saber sabio al saber enseñado. 1ª ed. Argentina: La Pensée Sauvage, 1991.
- LIJNSE, P. L. La recherche-developpement: une voie vers une 'structure didactique' dela physique empiriquement fondee. **Didaskalia**, v.3, p.93–108, 1994.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "física moderna e contemporânea no ensino médio". **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 1, mar. 2000.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Atualização do currículo de física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação Inicial de professores. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 18, n. 2, p. 135-151, ago. 2001.
- MARANDINO, M. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. **Revista Brasileira de Educação**, v. 26, 2004.
- NICOLAU, J. ; GURGEL, I. ; PIETROCOLA, M. . Estrutura Baseada em Fluxo: Sequência de Ensino-Aprendizagem Sobre Relatividade do Tempo. In: **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2013, Águas de Lindóia. Anais IX ENPEC, 2013.
- PEREIRA, A.P.; OSTERMANN, F., Sobre o Ensino de Física Moderna e Contemporânea: Uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências – V14(3)**, pp. 393-420, 2009.
- RODRIGUES, A.G.; PIETROCOLA, M. Elaboração De Uma Sequência Didática De Ensino aprendizagem Com Tópicos De Mecânica Quântica Para Cursos De Engenharia. **Congresso brasileiro de Educação em Engenharia**, Belém, 2012.