

Ensino de Física por meio de questões do PISA associadas a Temas Estruturadores e Conceitos Unificadores⁺

Wagner Duarte José¹

Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Vitória da Conquista – BA

José André Peres Angotti²

Centro de Ciências da Educação

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis – SC

Fábio da Purificação de Bastos³

Centro de Educação

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria – RS

Resumo

Programas de avaliação da educação em escala mundial como o PISA vêm contribuindo para as nações participantes refletirem e efetuarem políticas públicas educativas na escola básica, projetando reflexos na formação inicial e continuada de professores. Por meio de um estudo de caráter exploratório, neste trabalho, verificamos como se articulam os Temas Estruturadores do Ensino de Física e os conceitos unificadores nas unidades temáticas de física das provas de ciências do PISA. Objetivamos destacar a potencialidade dessa articulação para o ensino-aprendizagem segundo a via dos universais da física com aporte das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). Concluímos ressaltando a importância do PISA no contexto atual de avaliação da educação, bem como, a

⁺ Physics teaching through questions from PISA associated with Structuring Themes and Unifying Concepts

* Recebido: outubro de 2015.

Aceito: abril de 2016.

¹ E-mail: wagjose@gmail.com

² E-mail: angotti@ced.ufsc.br

³ E-mail: fabio@ufsm.br

pertinência da articulação em pauta e, conseqüentemente, as mudanças consensuais desejáveis na prática educativa dos físicos-educadores que necessariamente incluem apreensão e uso crítico de TDIC.

Palavras-chave: *PISA; Temas Estruturadores do Ensino de Física; Conceitos Unificadores; TDIC.*

Abstract

Education assessment programs worldwide such as PISA have contributed for the participating nations to reflect and perform educational public policies in basic school, projecting reflections on initial and continuing teacher training. In this paper, through an exploratory study, we examine how Structuring Themes of Physics Education and Unifying Concepts are articulated in the thematic units on physics of PISA's science tests. We aim to highlight the potential of this joint for teaching and learning according to the pathway of universals of physics of digital information and communication Technologies (TDIC). We conclude it emphasizing the importance of PISA in the current context of educational assessment, the relevance of the joint in question, and thus the consensual desirable changes in educational practice of physics-teachers, including seizure and critical use of TDIC.

Keywords: *PISA; Structuring Themes of Teaching Physics; Unifying Concepts; TDIC.*

I. Introdução

Nos próximos anos, o desenvolvimento de políticas públicas educativas deverá consolidar o papel dos programas de avaliação da educação em escala mundial, a exemplo do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), realizado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) a cada triênio.

No primeiro ciclo de avaliação ocorrido no ano 2000, o PISA foi aplicado em 32 países, tendo participado cerca de 200 mil estudantes, incluindo o Brasil como convidado. Em 2012, estes números mais que dobraram para 65 *países e economias*⁴ e 500 mil participantes. O contingente estudantil brasileiro no mesmo período saltou de 4.893 para 18.589, amostragem que estatisticamente representa cerca de 2 milhões de estudantes avaliados (INEP, 2012).

⁴ O termo *países e economias* é utilizado pela OCDE porque caracterizam províncias como Macao e Shangai como economias tendo em vista que a China não participa do PISA enquanto país.

Considerando também o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que se constitui no evento anual culminante da educação pública brasileira com cerca de 6,2 milhões de estudantes participantes, esses dois exames representam um potencial significativo de avaliação/indução de políticas públicas na educação brasileira. PISA e ENEM apresentam reflexos diretos nas escolas, principalmente as públicas, e revelam a necessidade dos cursos de formação de professores – inicial e/ou continuada – considerarem suas referências formativas no desenvolvimento profissional daqueles que atuam ou deverão atuar na educação básica (GODINHO; FARIAS, 2013; de CARVALHO; MARTINS, 2013).

Neste artigo, investigamos os conhecimentos de Ciência e Tecnologia (C&T) relacionados à física, presentes nas questões de ciências do PISA, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP)⁵. Verificamos como se articulam os Temas Estruturadores do Ensino de Física (TEEF) e os *conceitos unificadores* (ANGOTTI, 1993, 2015; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). Objetivamos destacar a potencialidade dessa articulação para o ensino-aprendizagem segundo a via que prioriza universais da física.

Esse estudo, de caráter exploratório, insere-se em uma pesquisa-ação em desenvolvimento de docentes da área de ensino de três universidades públicas⁶ em torno da seguinte questão: *As questões do Pisa, quando problematizadas e refletidas segundo a perspectiva da educação dialógico-problematizadora com abordagem conceitual unificadora do conhecimento, potencializam mudanças desejáveis na prática educativa?*

Ainda que estejamos diretamente vinculados à formação inicial de licenciatura em cursos presenciais, o desenvolvimento da pesquisa poderá também apontar possibilidades afins para a formação continuada e cursos a distância em escalas distintas, de acordo com demandas e cenários. A questão formulada pode também ser exercitada na docência, pesquisa e desenvolvimento (P&D), projetos na licenciatura, PIBID⁷ e na formação continuada, PARFOR⁸, Universidade Aberta do Brasil (UAB), escolas em tempo integral, ensino médio inovador.

II. O PISA no horizonte das políticas públicas do ensino de Física

O PISA é realizado de forma amostral por estudantes de 15 anos de idade, independentemente da série escolar. No Brasil, os estudantes dessa faixa etária, avaliados no exame, estão distribuídos desde o oitavo ano do ensino fundamental até o ensino médio, num

⁵ <http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Itens_liberados_Ciencias.pdf>, <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/itens/2015/itens_liberados_ciencias_pisa_2015.pdf>

⁶ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

⁷ PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência.

⁸ PARFOR - Programa Nacional de Formação de Professores da Educação Básica.

percentual de aproximadamente 80% de estudantes neste último nível (INEP, 2012). Porém, não é objetivo do PISA exprimir um resultado por estudante, mas uma média de desempenho referente ao sistema educacional regional, nacional e internacional, a partir de uma escala de proficiência previamente elaborada⁹.

Trata-se de um exame de avaliação comparada com objetivo de “produzir indicadores que contribuam para a discussão da qualidade da educação nos países participantes, de modo a subsidiar políticas de melhoria do ensino básico” (INEP, 2015a). Os países latino-americanos apresentam desempenhos próximos em Ciências, em torno dos 400 pontos, com exceção de Uruguai e Chile que se posicionam acima dessa média (INEP, 2015b). A média obtida em 2012 pelos países da OCDE (que inclui esses dois países além de outros 32) foi 501 pontos.

Referenciado em uma concepção de *letramento científico*, o PISA verifica se o estudante demonstra “capacidade de se envolver [o estudante] com as questões relacionadas com a ciência e com a ideia da ciência, como um cidadão reflexivo” (OCDE, 2015a, p.7). As competências avaliadas (explicar fenômenos cientificamente, avaliar e planejar experimentos científicos, interpretar dados e evidências cientificamente) estão pautadas nos conhecimentos de conteúdos de ciências (sistemas físicos, sistemas vivos, sistema Terra e Espaço), nos conhecimentos procedimentais e nos conhecimentos epistemológicos. O caráter procedimental está associado à maneira investigativa de explorar e avaliar cientificamente uma questão, um argumento ou uma evidência. O epistemológico refere-se ao valor e o construto da ciência (e seus limites), a evolução do conhecimento científico.

A dimensão contextual considerada pelo PISA, para além da vida escolar do estudante, não sofreu alterações significativas do período 2006-2012 para a versão 2015, sendo mantidos os seguintes contextos: Saúde, Recursos Naturais, Meio Ambiente, Riscos, Fronteiras da Ciência e Tecnologia. As questões focalizam situações no nível pessoal, local/nacional (social, nas versões anteriores do exame) e global, sendo também incluídos contextos históricos com a função de “avaliar a compreensão dos estudantes em relação a processos e práticas que estão envolvidas no avanço do conhecimento científico” (OCDE, 2015a, p.13).

Na estruturação dos itens do exame são elaboradas unidades temáticas contendo textos e/ou ilustrações (tabelas, gráficos) que contextualizam um conjunto de até quatro questões de escolha múltipla ou abertas com diferentes níveis de proficiência estabelecidos em uma escala de 1 a 6 (DE CARVALHO, 2012, p. 59).

O nível 1 compreende estudantes com limitada compreensão de C&T, sendo capazes de apenas lidar com explicações e evidências óbvias, em algumas poucas situações familiares. Segundo o PISA, para uma pessoa ser minimamente letrada em ciências precisa atingir o nível 2, que corresponde a explicar cientificamente situações familiares e fazer/tirar interpretações/conclusões de investigações simples, interpretar literalmente resultados de

⁹ A escala de proficiência é obtida a partir da Teoria de Resposta ao Item (TRI) que considera a relação entre a probabilidade de um indivíduo dar uma certa resposta a um item e suas habilidades na área de conhecimento avaliada e características (parâmetros) do item. Veja por exemplo: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/nota_tecnica/2011/nota_tecnica_tri_enem_18012012.pdf>

pesquisas científicas ou de soluções de problemas tecnológicos (INEP, 2012).

Em 2006, cerca de 60% dos estudantes brasileiros estavam apenas no primeiro nível (destes, 27% não alcançaram a pontuação mínima estabelecida, como se estivessem num nível ainda inferior de proficiência). Outros 25% alcançaram a faixa 2, em média. Os estudantes de escolas públicas (responsável por 85% do total de estudantes brasileiros que realizaram as provas) situaram-se no nível 1, enquanto os de escolas privadas (representando os outros 15%) obtiveram pontuações entre níveis 2 e 3 na faixa dos 62% (MURI; ORTIGÃO, 2013). Há melhoras significativas nos resultados brasileiros em todas as provas do PISA ao longo dos anos, mas o país ainda se situa no nível 1.

Uma inovação marcante do PISA-2015 no Brasil foi aplicar o exame integralmente via computador e desenvolver as unidades temáticas incorporando objetos hipermediáticos. A Matriz de Avaliação de Ciências 2015 destaca duas resoluções de unidades temáticas, as do tipo padrão (semelhantemente aos anos anteriores) e as interativas. Nestas, o estudante é orientado a manipular uma hiperídia, sempre contendo dados referentes ao fenômeno em questão, interagindo com a mesma para solucionar as questões propostas (OCDE, 2015a).

A resolução de questões diretamente no computador representa um avanço que demanda estudos a respeito da sua influência ou não sobre o desempenho brasileiro, considerando os diversos estratos que podem ser analisados, mas não deverá haver retrocessos futuros. Dificuldades, limitações e desafios desses novos processos de avaliação podem ser objetos de interesses em pesquisas e análises considerando, por exemplo, a escola francesa, a partir da noção de transposição didática (TD) de Chevallard e transposição informática (TI) de Balacheff¹⁰.

A incorporação de objetos hipermediáticos nas unidades temáticas do PISA, como as divulgadas em 2015, pavimenta nosso caminho para abordar, num futuro próximo, a resolução aberta de unidades temáticas do PISA na formação de professores de física via heurísticas hipermediáticas em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem (AVEA), em especial, no *moodle*.

III. Referencial curricular e conceitual

Os PCN+ destacam como competências da área de CNT a serem desenvolvidas junto aos estudantes do ensino médio: investigação e compreensão; representação e comunicação; contextualização histórica e social (BRASIL, 2002). Essas competências ressignificam os conhecimentos escolares na medida em que propõem objetivos do ensino por meio de habilidades a serem desenvolvidas numa aprendizagem a partir do contexto de vida do estudante.

Identificar regularidades, reconhecer a existência de transformações e conservações, assim como de invariantes, saber utilizar princípios básicos de conservação, interpretar e propor

¹⁰ Para uma breve introdução desses temas, consultar Pinho Alves (2001) e Fernandes (2007).

modelos explicativos ou representativos para fenômenos ou sistemas naturais e tecnológicos, investigar situações-problemas, são habilidades associadas à competência investigação e compreensão em Física que encontram ressonância no PISA.

As três competências deste exame podem, por exemplo, convergir nas seguintes habilidades: propor formas de explorar e avaliar cientificamente uma dada questão; analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas, utilizar e gerar modelos explicativos e representações (OCDE, 2015a). Visando apresentar uma perspectiva mais abrangente sintetizamos no Quadro A, as competências do PISA-2015 e as competências e habilidades dos PCN+ que mais se aproximam dos objetivos desse artigo.

Quadro A - Competências e habilidades: PISA-2015 e PCN+.

PISA 2015*	PCN+ Física**
<ul style="list-style-type: none"> • Explicar fenômenos cientificamente: lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado; identificar, utilizar e gerar modelos explicativos e representações; oferecer hipóteses explicativas e explicar as implicações potenciais do conhecimento científico para a sociedade. • Avaliar e planejar experimentos científicos: identificar a questão explorada em um dado estudo científico; diferenciar questões possíveis de serem investigadas cientificamente; propor formas de explorar e avaliar cientificamente uma dada questão; descrever e avaliar os vários caminhos que os cientistas usam para assegurar a confiabilidade dos dados e a objetividade e generalização das explicações. • Interpretar dados e evidências cientificamente: transformar dados de uma representação para outra; analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas; identificar as premissas, evidências e argumentos de diferentes fontes relacionados às ciências; distinguir e avaliar os argumentos baseados em evidência científica e em outras considerações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigação e Compreensão: desenvolver a capacidade de investigação física, identificar regularidades, reconhecer a existência de transformações e conservações, assim como de invariantes; saber utilizar princípios básicos de conservação; interpretar e propor modelos explicativos ou representativos para fenômenos ou sistemas naturais e tecnológicos; investigar situações-problemas. • Representação e Comunicação: compreender enunciados que envolvam códigos, símbolos e a nomenclatura de grandezas físicas; diferenciar e traduzir entre si as linguagens matemática, discursiva e gráfica para a expressão do saber físico; conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar e criticar notícias científicas veiculadas nas várias mídias. • Contextualização Sócio-Cultural: compreender o processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época; compreender a Física como parte integrante da cultura contemporânea, inserida no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.

Fonte: *(OCDE, 2011, 2015b); ** (BRASIL, 2002).

Em resposta à tradicional seleção de conteúdos, os PCN+ propõem temas estruturadores do ensino, responsáveis por articular competências e habilidades aos objetivos do processo ensino-aprendizagem numa abordagem contextualizada e interdisciplinar.

As características comuns à Biologia, à Física, à Química e à Matemática recomendam uma articulação didática e pedagógica interna à sua área na condução do aprendizado, em salas de aula ou em outras atividades dos alunos. Procedimentos metodológicos comuns e linguagens compartilhadas permitem que as competências gerais, traduzidas para a especificidade da área, possam ser desenvolvidas em cada uma das disciplinas científicas e, organicamente, pelo seu conjunto. Uma organização e estruturação conjuntas dos temas e tópicos a serem enfatizados em cada etapa também facilitarão ações integradas entre elas, orientadas pelo projeto pedagógico da escola (BRASIL, 2002, p. 23).

A citação acima explicita a necessária articulação entre esses campos de conhecimento em sala de aula numa visão epistêmica, semelhantemente aos conhecimentos procedimentais e epistemológicos avaliados no PISA, favorecendo “conteúdos que tenham tido grande influência naquilo que vale a pena saber hoje e que ainda valerá a pena saber daqui a décadas” (RUTHERFORD; AHLGREN, 1995; AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE, 2013)¹¹. Esta também é a finalidade dos temas.

Os Temas Estruturadores do Ensino de Física (TEEF) propõem a ação pedagógica concreta por meio de temas de trabalho abarcando conhecimentos e competências fundantes da física, necessários à formação da cidadania (KAWAMURA; HOSOUME, 2003). No processo ensino-aprendizagem, devem ser priorizados fenômenos naturais e tecnológicos, princípios, leis e modelos próprios da física, vinculados ao cotidiano científico-tecnológico do estudante (imediate ou distante) e que são impregnados de historicidade, ciência e tecnologia em relação dialética com o desenvolvimento da sociedade (BRASIL, 2002).

Assim sendo, são seis TEEF propostos como referência curricular nacional no nível escolar médio: 1- *Movimentos: variações e conservações*; 2- *Calor, meio ambiente e usos da energia*; 3- *Som, Imagem e Informação*; 4- *Equipamentos Elétricos e Telecomunicações*; 5- *Matéria e Radiação*; 6- *Universo, Terra e Vida*. Estes temas:

devem estar relacionados, portanto, com a natureza e a relevância contemporânea dos processos e fenômenos físicos, cobrindo diferentes campos de fenômenos e diferentes formas de abordagem, privilegiando as características mais essenciais que dão consistência ao saber da Física e permitem um olhar investigativo sobre o mundo real (BRASIL, 2002, p. 69).

Visando a organização das aulas, cada um desses temas desdobra-se em unidades e subunidades, destacando as competências e habilidades. Estas conexões constituem-se, portanto, em objetivos pedagógicos de caráter amplo e formativo (conceitos-chaves que

¹¹ Versão em espanhol disponível em <<http://www.project2061.org/esp/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>>.

dialogam entre si, com as outras ciências e o cotidiano científico-tecnológico dos envolvidos).

Se os TEEF são a referência central para o currículo, o processo ensino-aprendizagem em Ciências Naturais e suas Tecnologias (CNT) não pode prescindir dos chamados conceitos unificadores, propostos por Angotti (1993) para partilhar o processo cultural em C&T,

na medida em que tais conhecimentos encerram tanto suas especificidades como domínios comuns, quanto à curiosidade e formulação de boas questões, as procedimentos, a busca dos universais e das invariâncias, a relação estreita entre teoria e experiência (p. 196).

De caráter supradisciplinar, os conceitos unificadores (*transformações, regularidades, energia e escala*) são potenciais para aproximar as ciências entre si com a sala de aula, minimizando o excesso de fragmentações e privilegiando os conhecimentos em C&T, impregnados de conflitos e contradições.

Métodos, procedimentos e investigações que compõem a dinâmica dos processos C&T podem ser ilustrados, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), por meio de *transformações* (da matéria viva e/ou não viva, no espaço e no tempo) e *regularidades* (que delimitam as semelhanças, conservações, ciclos, regras, conjugadas ao seu par, as transformações).

Escala é o conceito vinculado à compreensão dos fenômenos físicos e tecnológicos segundo uma amplitude espacial e temporal e uma determinada teoria podendo, em alguns casos, ser estendida aos fenômenos sociais e sua percepção crítica pelos sujeitos educativos.

Energia é o conceito de maior complexidade e abstração, síntese que conecta os conhecimentos em C&T a “outras esferas de conhecimento, às contradições do cotidiano, permeado pelo natural, tanto fenomênico como tecnológico” (DELIZOICO; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 280). Uma contribuição vinculada a organizações curriculares da Física no ensino médio via temática energética elaborada por Delizoicov e Angotti (1990) pode ser exercitada no contexto atual da matriz energética brasileira.

Contemporaneamente, os *conceitos unificadores* incorporam a *web2.0*, conectam mediação docente e mediação tecnológica, viabilizam diálogo, problematização e comunicação entre sujeitos epistêmicos professor/a e estudantes, com o trabalho colaborativo em rede, num exercício crítico e seletivo do que está disponível pelas TDIC (ANGOTTI, 2015).

Admitindo um ajuste na potencialidade desses quatro conceitos podemos estabelecer nitidamente a ponte com as competências e os conhecimentos avaliados no PISA. Por exemplo, a noção de sistema guarda relações com a contextualização e a interdisciplinaridade, que podem ser analisadas a partir do conceito unificador *escala*:

(...) os cidadãos têm de compreender os conceitos das ciências físicas e da vida, da terra e do espaço, e sua aplicação em contextos em que os elementos do conhecimento são interdependentes ou interdisciplinares. Assuntos vistos como subsistemas numa

escala podem ser considerados como sistemas inteiros numa escala menor. (...) Assim, a aplicação de conhecimentos científicos e a implantação de competências científicas requerem a consideração de qual sistema e quais limites se aplicam em qualquer contexto particular (OCDE, 2015a, p. 17).

Determinadas unidades temáticas de física (UTF) podem configurar-se como codificações da realidade concreta que, num processo de problematização em direção aos conhecimentos de C&T (simetria invertida) vão sendo descodificadas pelos envolvidos (MENEZES, 1980), que partilham dessa cultura em C&T na esfera da conscientização.

O ponto culminante da problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado (DELIZOICOV, 2001, p. 143).

Rubini, Massunaga e Barroso (2013) analisaram o desempenho dos estudantes brasileiros na unidade temática “Clareza” do exame aplicado em 2000 e 2003. Esses autores argumentaram que, embora a problematização com exemplos do cotidiano ou próximo do aluno contribua para o desenvolvimento de competências e habilidades, limita o aluno a casos específicos, não sendo este capaz de, sem uma base conceitual robusta, tomar decisões frente a uma situação nova não vivenciada. Ricardo (2010) defende que um conjunto de estratégias didáticas envolvendo conteúdos e metodologias, e com um projeto de ensino bem definido, pode resultar em um ensino contextualizado, mas exigirá “a escolha de conceitos e noções centrais, em torno das quais as sequências didáticas serão estruturadas” (p. 45).

Para Martins (2009), o trabalho com elementos do mundo vivencial dos alunos é importante para dar sentido ao aprendizado da física em oposição à física “morta”, que consideramos muito presente em livros de texto e exames de vestibulares. Mas observa que, nas aproximações entre o conteúdo formal da física e o mundo vivencial do aluno, a física aí envolvida lida com modelos e representações construídas num contexto (científico) que rompe com os conhecimentos cotidianos.

Os *conceitos unificadores* desempenham papel central nessa transição descontínua de um conhecimento para o outro (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). Cabe registrar que o ensino tem também em sua pauta outras referências além do conhecimento científico, considerados inclusive os ajustes da TD e da TI, “como a tecnologia, as aplicações da ciência, os problemas ambientais, as demandas econômicas e sociais em curso na sociedade contemporânea” (RICARDO; CUSTÓDIO; RESENDE JUNIOR, 2008, p. 2401-2405).

Trata-se de abrir o diálogo no Ensino de Física, desde o início, com o aluno a partir do que lhe é familiar, apreender sua visão de mundo na mediação entre o contexto concreto (situações vivenciais) e o teórico (científico-tecnológico) (DELIZOICOV, 1983), viabilizado pela UTF agora codificada. Este autor assevera também que, durante a descodificação, os alunos discutem a situação projetando-se para fora dela, num processo de distanciamento como

quem procura analisá-la, numa problematização que caminha do descritivo para o analítico. “O desenvolvimento do conteúdo programático é parte integrante da descodificação, onde informações necessárias para o melhor entendimento do problema são apreendidas” (idem, p. 87), na perspectiva da simetria invertida, exercendo-se a curiosidade epistemológica (FREIRE, 1996).

IV. Procedimentos metodológicos

Nossa estratégia metodológica consiste em realizar um estudo de caráter exploratório das unidades temáticas do PISA verificando as articulações com os TEEF e os conceitos unificadores de modo a obtermos:

- i- a parametrização temática das questões de Ciências do PISA, no que se refere aos conhecimentos educacionais em Física;
- ii- suas conexões com o cotidiano científico-tecnológico, evidenciando as contribuições da simetria invertida para a construção do conhecimento numa perspectiva dialógico-problematizadora;
- iii- o conjunto de unidades temáticas representativas dos universais da física.

Em um primeiro momento, realizamos a leitura de todas as unidades temáticas do PISA divulgadas amplamente em 2011 e 2015 via banco de itens, destacando aquelas relacionadas diretamente à Física (ou seja, cuja solução depende do estudante mobilizar conhecimentos dessa disciplina).

Identificamos a unidade temática de física (UTF) e o assunto a que se refere, verificamos o TEEF correspondente, as unidade e subunidade desses temas estruturadores que mais se aproximam da UTF e que delimitam, portanto, as competências e habilidades que deveriam ser desenvolvidas na educação básica.

Este passo é importante na formação inicial de físicos-educadores porque demarca a necessidade de considerarmos a referência central das políticas públicas que vêm sendo desenvolvidas na última década, propulsoras das novas oportunidades para a maioria da população brasileira.

Em nossas práxis temos buscado substituir a tradicional resolução de exercícios por resoluções abertas e investigativas de questões interdisciplinares das provas de CNT do ENEM do período 2009-2012, privilegiando a temática energética (JOSÉ *et al.*, 2014). Utilizamos ferramentas *wiki* e fórum para a resolução aberta e colaborativa, com reflexão sobre atividades didáticas em andamento. Problematizamos o ensino de física mediado por hipermídias educacionais em rede, ancorados em recursos educacionais abertos (ABEGG; DE BASTOS, 2012).

A categoria *conceitos unificadores*, em movimento com o novo cenário das TDIC, tem condição de contribuir para a desejável apreensão e mobilidade cognitiva do sujeito epistêmico estudante, de modo que este, se apropriando “de um conjunto de conceituações científicas poderosas, possa mais bem interpretar e se relacionar com a natureza bruta e

transformada e com seus semelhantes” (ANGOTTI, 2015, p. 14).

V. Resultados e discussão

O banco de itens liberados do PISA compreende 33 unidades temáticas disponibilizadas em 2011 (OCDE, 2011) e 08 em 2015 (OCDE, 2015b). Uma leitura realizada em todas essas unidades com a finalidade de captar a abrangência e os conhecimentos de ciências envolvidos permite-nos inferir que o exame cobre um amplo leque de temas de C&T.

Em sua maioria, referem-se a situações e contextos próximos do estudante (exemplo: “Ônibus”, “Água Potável”, “Cáries Dentárias”, “Óculos ajustáveis”) e alguns outros de importância fundamental para a compreensão e atuação no mundo contemporâneo (“Clonagem”, “Mudança Climática”, “Ozônio”, “Energia Eólica”, “Casa energeticamente eficiente”).

As temáticas são de caráter interdisciplinar, mas a abordagem presente nas 33 unidades divulgadas em 2011 segue um formato essencialmente disciplinar em 25 delas. Ou seja, quando as unidades temáticas apresentam questões cuja solução requer algum conhecimento de ciências, o estudante mobiliza conhecimentos de uma disciplina especificamente (JOSÉ *et al.*, 2014). Exceção a ser feita em 08 unidades temáticas, de fato, reconhecidas consensualmente como interdisciplinares (“Mudança climática”, “Moscas”, “Ozônio”, “Milho”, “Um risco para a saúde”, “O Grand Canyon”, “Protetor solar”, “Chuva ácida”).

As 25 unidades temáticas disciplinares divulgadas em 2011 dividem-se em 12 relacionadas especificamente com os conhecimentos de biologia, 09 de física e 04 à química. O número menor desta última disciplina pode ser explicado levando em conta que o conhecimento químico está presente em 07 daquelas unidades classificadas como interdisciplinares.

Diferentemente, os 08 itens divulgados em 2015 priorizam a visão interdisciplinar em 06 unidades temáticas (04 unidades padrão e 02 interativas), somente as outras 02 unidades interativas podem ser caracterizadas como disciplinares. Interessante notar que a física está presente nas quatro unidades interativas divulgadas, tendo em vista sua contribuição para a compreensão do fenômeno químico que está sendo simulado em uma unidade temática e biológico, em outra, mas em ambas o conhecimento disciplinar em foco é suficiente para resolver as questões. As outras duas unidades interativas (“Óculos Ajustáveis” e “Casa energeticamente eficiente”) referem-se a fenômenos estritamente físicos.

No conjunto dos dois bancos de itens, encontramos 16 unidades temáticas de física (UTF). Além destas, outras 06 unidades apresentam conhecimentos de física em menor relevância e, por isso, não serão objeto de análise. A seguir, organizamos as 16 UTF nas Tabelas 1 e 2 mapeadas segundo o título e o assunto a que se referem, relacionando-as com os TEEF 1-2 (na primeira tabela) e 3-6 (na segunda), explicitando unidade e subunidade correspondente a cada TEEF.

Tabela 1 – Unidades temáticas de física do PISA (2011 e 2015), assunto, TEEF, unidade e subunidade referente aos TEEF 1-2.

Unidade* temática	Assunto***	TEEF**	Unidade**	Subunidade (competências associadas aos objetivos de ensino)**
Ônibus****	Força e movimento	1- Movimentos: variações e conservações.	1.3- Variação e conservação da quantidade de movimento.	1.3.3- Utilizar a <i>conservação</i> da quantidade de movimento e a identificação de forças ou torques para fazer análises, previsões e avaliações de situações cotidianas que envolvem movimentos.
	Transformações de energia	2- Calor, meio ambiente e usos da energia.	2.4- Energia: produção para uso social.	2.4.2- Identificar os diferentes <i>sistemas</i> de produção de <i>energia</i> elétrica, os processos de <i>transformação</i> envolvidos e seus respectivos <i>impactos ambientais</i> , visando as escolhas ou análises de balanços energéticos.
Mudança climática****	Efeito estufa	2- Calor, meio ambiente e usos da energia.	2.3 - O calor na vida e no ambiente.	2.3.2- Reconhecer os diferentes <i>processos</i> envolvendo calor e suas <i>dinâmicas</i> nos fenômenos climáticos para avaliar a <i>intervenção</i> humana sobre o clima.
		5- Matéria e Radiação.	5.2- Radiações e suas interações.	5.2.3- Compreender os <i>processos</i> de interação das radiações com meios materiais para explicar <i>fenômenos</i> envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão da luz, telas de monitores, radiografias.
Trabalhar em dia quente	Equilíbrio térmico e trocas de calor	2- Calor, meio ambiente e usos da energia.	2.1 - Fontes e trocas de calor.	2.1.1- Identificar fenômenos, fontes e <i>sistemas</i> que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados a diferentes situações ou para explicar a participação do calor nos <i>processos naturais</i> ou <i>tecnológicos</i> .
Efeito Estufa	Efeito estufa	2- Calor, meio ambiente e usos da energia.	2.3- O calor na vida e no ambiente.	2.3.2- Reconhecer os diferentes <i>processos</i> envolvendo calor e suas <i>dinâmicas</i> nos fenômenos climáticos para avaliar a <i>intervenção</i> humana sobre o clima.
O Grand Canyon	Dilatação do gelo	2- Calor, meio ambiente e usos da energia.	2.1 - Fontes e trocas de calor.	2.1.2- Reconhecer as <i>propriedades</i> térmicas dos materiais e os diferentes <i>processos</i> de troca de calor, identificando a importância da condução, convecção e irradiação em <i>sistemas</i> naturais e tecnológicos.

Combustíveis fósseis	Biocombustíveis em Usinas	2- Calor, meio ambiente e usos da energia.	2.4- Energia: produção para uso social.	2.4.1- Identificar as diferentes fontes de <i>energia</i> (lenha e outros combustíveis, energia solar etc.) e <i>processos de transformação</i> presentes na produção de energia para uso social.
Casa energeticamente eficiente	Absorção de calor	2- Calor, meio ambiente e usos da energia.	2.1 - Fontes e trocas de calor.	2.1.1- Identificar fenômenos, fontes e <i>sistemas</i> que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados a diferentes situações ou para explicar a participação do calor nos <i>processos naturais</i> ou <i>tecnológicos</i> .

Fonte: *(OCDE, 2011, 2015b), ** (BRASIL, 2002), *** Autores

**** Nessa UTF coexistem dois TEEF, não sendo possível reduzi-los a apenas um tema.

Verificamos nessa tabela a preocupação do PISA em avaliar temas referentes ao calor, meio ambiente e usos da energia, como se observa na coluna denominada TEEF. Isto é coerente com a concepção de letramento científico, já que o cidadão contemporâneo precisa compreender e se posicionar frente aos grandes desafios ambientais, energéticos, do uso adequado de materiais e de novas tecnologias, das implicações sociais, das doenças e do fornecimento de água e alimentos (OCDE, 2015a).

O conceito unificador *energia* aparece mais claramente associado ao tema estruturador 2 (calor, meio ambiente e usos da energia) em todas as UTF relacionadas com este tema. Isto porque este tema compreende os vários mecanismos de avaliação de produção e uso da energia e das intervenções humanas no meio ambiente, preocupação constante das nações em nível mundial.

Isto não significa, necessariamente, que o exame prima pelo debate de ideias. Em um trabalho de aplicação de três questões do PISA em duas turmas de nono ano do ensino fundamental de uma escola pública em Florianópolis, SC, Simas Filho (2012) destacou que unidades temáticas como “Mudanças Climáticas” trazem um texto que tende a silenciar os aspectos sociais da ciência e da tecnologia, tomando-as como neutras e sinalizando a culpabilidade das pessoas. Ainda assim, esse autor observa que é possível encontrar aspectos controversos da C&T em algumas respostas de estudantes e conclui pela necessidade de considerar nas aulas de ciências “outras perspectivas para as ciências e as tecnologias, num sentido de que as mesmas sejam apropriações sociais e, portanto, empreendimentos humanos” (p. 148).

Tabela 2 - Unidades temáticas de física do PISA (2011 e 2015), assunto, TEEF, unidade e subunidade referente aos TEEF 3-6.

Unidade* temática	Assunto***	TEEF**	Unidade**	Subunidade (competências** associadas aos objetivos de ensino)
A luz das estrelas	Observação de estrelas, telescópios.	3- Som, Imagem e Informação.	3.2 – Formação e detecção de imagens.	3.2.3- Conhecer os diferentes instrumentos ou <i>sistemas</i> que servem para ver, melhorar e <i>ampliar</i> a visão: olhos, óculos, telescópios, microscópios etc., visando utilizá-los adequadamente.
Ultra-som****	Ultrasom e observação do feto.	3- Som, Imagem e Informação.	3.1. Fontes sonoras.	3.1.1- Identificar objetos, <i>sistemas</i> e fenômenos que produzem sons para reconhecer as <i>características</i> que os diferenciam.
	Obtenção de imagem do feto via raios X.	5- Matéria e Radiação.	5.2- Radiações e suas interações.	5.2.3- Avaliar <i>efeitos biológicos e ambientais</i> do uso de radiações não-ionizantes em situações do cotidiano.
Protetor solar	Proteção UV	3- Som, Imagem e Informação.	3.2 - Formação e detecção de imagens.	3.2.2 - Associar as características de obtenção de imagens a <i>propriedades físicas da luz</i> para explicar, reproduzir, variar ou controlar a qualidade das imagens produzidas.
Óculos ajustáveis	Lentes e visão	3- Som, Imagem e Informação.	3.2 - Formação e detecção de imagens.	3.2.3- Conhecer os diferentes instrumentos ou <i>sistemas</i> que servem para ver, melhorar e <i>ampliar</i> a visão: olhos, óculos, telescópios, microscópios etc., visando utilizá-los adequadamente.
Energia eólica	Produção de energia eólica.	4- Equipamentos Elétricos e Telecomunicações	4.3- Geradores.	4.3.1- Em <i>sistemas</i> que geram <i>energia</i> elétrica, como pilhas, baterias, dínamos, geradores ou usinas, identificar <i>semelhanças e diferenças</i> entre os diversos processos físicos envolvidos e suas implicações práticas.

Usina elétrica azul	Energia elétrica por osmose	4- Equipamentos Elétricos e Telecomunicações	4.3- Geradores.	4.3.3- Compreender o <i>funcionamento</i> de diferentes geradores para explicar a produção de <i>energia</i> em hidrelétricas, termelétricas etc.
Roupas	Novos materiais, fibras de carbono.	5- Matéria e Radiação.	5.1- Matéria e suas propriedades.	5.1.2- Relacionar os <i>modelos</i> de organização dos átomos e moléculas na constituição da matéria às <i>características macroscópicas</i> observáveis em cristais, cristais líquidos, polímeros, novos materiais etc.
Claridade	Estações do ano.	6- Universo, Terra e Vida.	6.1- Terra e sistema solar.	6.1.2- Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (<i>duração</i> do dia e da noite, <i>estações</i> do ano, <i>fases</i> da lua, eclipses etc.)
Trânsito de Vênus	Órbita de Vênus e outros planetas.	6- Universo, Terra e Vida.	6.1- Terra e sistema solar.	6.1.2- Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de <i>conservação</i> , para explicar aspectos do movimento do <i>sistema</i> planetário, cometas, naves e satélites.

Fonte: *(OCDE, 2011, 2015b), ** (BRASIL, 2002), *** Autores

**** Nessa UTF coexistem dois TEEF, não sendo possível reduzi-los a apenas um tema.

Observando as Tabelas 1 e 2, percebemos uma sinalização clara entre os itens/assuntos do PISA e as unidades e subunidades dos TEEF. Na medida em que estas se constituem em competências/objetivos do ensino-aprendizagem, as aproximações revelam conhecimentos considerados importantes de serem ensinados na escola, em nível internacional. Os TEEF não são apenas referências para os currículos escolares brasileiros em nível médio, mas também apontam a vanguarda dos conhecimentos em C&T comprometidos com a formação de cidadãos conscientes de seu tempo histórico e atuantes na sociedade. Podemos verificar que esses temas mantêm sintonia com os eixos estruturantes presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), de Ciências no Ensino Fundamental e Física em Ensino Médio, ora em discussão nacional.

Destacando em *itálico* um conjunto de palavras na coluna situada à direita das Tabelas

1 e 2 (subunidades dos TEEF) verificamos que os *conceitos unificadores*, além de estarem presentes, são centrais na delimitação de todas as competências e habilidades. Palavras como “conservação”, “sistemas”, “transformação”, “duração”, “dinâmica”, “intervenção”, “ampliar”, etc., sinalizam para os *conceitos unificadores*, de duas ordens.

Os de primeira ordem (*transformações e regularidades*) são facilmente identificados e os de segunda ordem (*escala e energia*), quando não explicitados (“ampliar”, por exemplo) aprofundam o entendimento ou a análise de uma situação. É o caso da expressão “efeitos biológicos e ambientais” referente à UT “Ultrassom”, que requer uma abordagem segundo a escala do dano (ao nível celular, ao nível ambiental) ou do fenômeno que se quer observar (visível, não visível) recorrendo a diferentes modelos físicos, químicos, biológicos.

A Tabela 3 mostra como estes conceitos estão associados a cada uma das UTF do banco de questões do PISA sinalizando para o que seria prioritário destacar no processo de resolução destas questões. Para não construirmos uma coluna óbvia onde os quatro *conceitos unificadores* estariam presentes, destacamos na coluna da extremidade direita, sem exagero de reducionismos, os dois conceitos unificadores abordados mais proximamente nos textos, ilustrações e enunciados das questões, sem necessariamente vinculá-los às suas ordens.

Na perspectiva da transposição didática e da transposição informática, a partir do cenário da questão e do grau de exigência para compreendê-lo, podemos fazer esse exercício em parceria com o sujeito epistêmico professor, tendo em vista a apropriação do *saber sábio* ou do conhecimento científico mais aceito.

Tabela 3 – Unidades temáticas de física do PISA (2011 e 2015) relacionadas aos *conceitos unificadores*.

Unidade temática*	Assunto**	Conceitos Unificadores**
Ônibus	Força e movimento	Energia e escala
	Transformações, conservação e degradação de energia	
Mudança climática	Efeito estufa antrópico	Energia e escala
	Resfriamento da atmosfera	
Trabalhar em dia quente	Equilíbrio térmico e trocas de calor	Transformações e regularidades.
Efeito estufa	Efeito estufa	Energia e escala
Grand Canyon	Erosão das rochas, dilatação do gelo	Transformações e escala
Combustíveis fósseis	Biocombustíveis em Usinas	Energia e escala
Casa energeticamente eficiente	Absorção de calor	Energia e escala

A luz das estrelas	Observação de estrelas, telescópios	Regularidades e escalas
Ultra-som	Ultrasom e observação do feto	Energia e escala
	Obtenção de imagem do feto via raios X	
Protetor solar	Proteção UV	Energia e escala
Óculos ajustáveis	Lentes e visão	Transformações e escala
Energia eólica	Produção de energia eólica	Energia e escala
Usina elétrica azul	Energia elétrica por osmose	Energia e escala
Roupas	Novos materiais, fibras de carbono	Energia e escala
Clareza	Dia e noite, estações do ano	Regularidades e escala
Trânsito de Vênus	Órbita de Vênus e outros planetas	Regularidades e escalas

Fonte: *(OCDE, 2011, 2015b), **Autores

As UTF que destacam um ou dois conceitos unificadores de primeira ordem estão relacionadas com a esfera do conhecimento científico (“Clareza”, “Trabalhar em dia quente”, “A luz das estrelas”, “Trânsito de Vênus”, “O Grand Canyon”, “Óculos ajustáveis”). Identificar *transformações* ou *regularidades* presentes nas questões tem a ver com a primeira habilidade da atividade científica que deveria ser ensinada desde os anos iniciais da escolaridade: classificar, agrupar, selecionar.

Ressaltamos que a UTF “Trabalhar em dia quente” refere-se ao contexto de vida do estudante, mas avaliar o aquecimento/temperatura de objetos deixados no interior de um carro ou a troca de calor quando se misturam dois corpos diferentes não são situações-limites do cotidiano científico-tecnológico a nosso ver, ainda que representem problematizações no nível conceitual do conhecimento físico. Por outro lado, a UTF “Óculos ajustáveis” (OCDE, 2015b, p. 26), desenvolve-se nesse contexto de problematização do cotidiano científico-tecnológico. Isto acontece devido à interação com o objeto hipermediático ao longo da referida unidade temática, que oferece mais estímulo ao estudante para perceber as fronteiras, óbices e limites do seu conhecimento.

É possível também agruparem-se as UTF de acordo com a intencionalidade pedagógica. Por exemplo, podem-se escolher as UTF “Clareza”, “A luz das estrelas” e “Trânsito de Vênus” para abordar temáticas próprias da Astronomia, ou, então, “A luz das estrelas”, “Ultrasom” e “Óculos ajustáveis” quando se objetiva discutir conhecimentos de Óptica e Ondas.

Entretanto, queremos ressaltar o agrupamento de outras 10 UTF (“Ônibus”, “Mudança climática”, “Ultrasom”, “Energia eólica”, “Efeito estufa”, “Roupas”, “Protetor Solar”, “Combustíveis fósseis”, “Usina elétrica azul”, “Casa energeticamente eficiente”) associadas aos conceitos unificadores *energia e escala*. O desvelamento dessas unidades em sala de aula

pode desencadear momentos de análise e síntese dos estudantes em maior profundidade, bem como opiniões a respeito das situações codificadas que refletem sua visão de ciência e atitude em frente ao mundo.

Em todas essas 10 UTF, os conceitos unificadores *energia* e *escala* desempenham o papel de aprofundar a análise, inclusive na possibilidade de aproximação ao cotidiano científico-tecnológico abordado nos conhecimentos em C&T. Destaque especial para *energia* que, até nas UTF verificadas, possibilita o trânsito pelas outras disciplinas além da Física, até mesmo pelo campo das outras ciências (humanas, saúde, da terra, etc.). Tais unidades potencializam o desenvolvimento de estratégias de resolução aberta das questões do PISA com potencial para problematizar o par conteúdo-metodologia.

VI. Considerações finais

Na última década, políticas educacionais gestadas em torno do Plano Nacional da Educação (PNE) ampliaram as possibilidades de formação e qualificação docente, com os programas: PIBID, PRODOCENCIA, PARFOR, UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL, NOVA CAPES (formulação de políticas para a qualificação de professores da educação básica), entre outros. O PNE 2014/2024 propõe reorientar currículos, avaliações periódicas e formação docente, vinculando-os à BNCC, também estabelecida nas recentes Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial e continuada de professores (BRASIL, 2015).

Neste contexto, delimita-se o papel do PISA e do ENEM que se consolidam enquanto referências de avaliação dos diversos sistemas educativos, como se verifica na escala de realização e participação nestes exames¹². E o que isto tem de bom? A possibilidade de serem apropriados no ensino num patamar muito superior ao mero treinamento de desempenho e de catalisarem a renovação dos conteúdos e práticas escolares na perspectiva de um ensino menos fragmentado.

A relevância do presente estudo ancora-se nas discussões que consideramos ainda incipientes na comunidade científica e na formação de professores a respeito de exames como o PISA, em nível internacional, e o ENEM, em nível nacional, e suas repercussões inclusive para provocar mudanças nas práticas escolares (GODINHO; FARIAS, 2013; DE CARVALHO; MARTINS, 2013).

Nossa análise documental apontou 10 UTF que problematizam avanços tanto nas fronteiras de C&T, manifesto por meio de produtos e processos, suas implicações sociais e ambientais em ampla escala em termos de benefícios e riscos, como nas conquistas e desenvolvimentos conceituais que formam a base do conhecimento científico. Organizadas na convergência entre unidades temáticas do PISA, temas estruturadores do ensino de física e *conceitos unificadores*, constituem-se em potenciais orientações educacionais teórico-práticas

¹² Longe de descaracterizar propostas e publicações similares ao PISA, a exemplo do *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS), e regionais, como o *Terceiro Estudo Regional Comparativo e Explicativo* (TERCE), não podemos deixar de notar que o PISA é praticamente hegemônico no contexto brasileiro.

para configurarem-se em inéditos-viáveis da prática educativa.

Se trabalhadas educacionalmente priorizando os universais da Física e na perspectiva da curiosidade epistemológica (FREIRE, 1996), possibilitam a problematização em torno da razão de ser dos conhecimentos ali presentes à luz dos saberes dos alunos em prol da viabilização de competências e atitudes científicas para além dos conteúdos. Cabe acrescentar que podem vir a desencadear novas estratégias metodológicas e, por que não, mudança de concepção do professor com respeito a conhecimentos escolares, ciência e sociedade.

A mediação das TDIC contribui neste processo oportunizando “condições mediadoras efetivamente abertas e livres no escopo da pesquisa, ensino e aprendizagem científico-tecnológica” (DE BASTOS; JOSÉ, 2015). Por exemplo, tecnologias educacionais em rede como *wiki* do Moodle tem se mostrado apropriadas para a resolução *peer-to-peer* de problemas colaborativos. Com suporte de *Recursos Educacionais Abertos* (REA) como simulações computacionais livres e abertas, o processo de ensino-aprendizagem poderá intensificar o diálogo-problematizador sobre o conteúdo disciplinar, contemplando suas dimensões contextuais e relações interdisciplinares e transversais.

Neste sentido, podem provocar mudanças consensuais desejáveis, ou mesmo imperativas, na formação e atuação docente que consideramos urgentes e essenciais, por exemplo, na resolução de situações-problema contextualizadas e interdisciplinares impregnadas de conflitos e contradições presentes no cotidiano científico-tecnológico. Admitindo variações e flexibilidade, consideramos que trabalhos semelhantes podem ser feitos em outras áreas de C&T.

Referências bibliográficas

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. **Science for All Americans**: Project 2061. Oxford University Press, 2013. Disponível em: <<http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>>. Acesso em: 12 set. 2015.

ABEGG, I., DE BASTOS, F. P. Ensino de Física colaborativo mediado pelo Wiki do Moodle: descrição e análises dos casos de estudos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, p. 729-757, 2012.

ANGOTTI, J. A. P. Conceitos Unificadores e ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 15, n. 1 a 4, p. 191-198, 1993.

ANGOTTI, J. A. P. **Ensino de Física com TDIC**. Florianópolis: UFSC/EAD/ CFM/CED, 2015. Disponível em: <<http://ced.ufsc.br/files/2016/01/Livro-Angotti.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Resolução CNE/CP nº 2, de 1 de julho de 2015. **Brasília, Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 2 de julho de 2015. Seção 1, p. 8-12.

DE BASTOS, F. P.; JOSÉ, W. D. Trabalho Interdisciplinar com Questões do Enem em Ambientes Hipermidiático. In: CONGRESSO NACIONAL DE AMBIENTES HIPERMIDIÁTICOS PARA APRENDIZAGEM, 7, 2015. **Atas...** São Luís, 2015.

DE CARVALHO, N. M. **Exame PISA 2006 e política educacional brasileira para o ensino de ciências: competências e habilidades no letramento científico**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DE CARVALHO, N. M.; MARTINS, M. I. O exame Pisa na percepção de professores de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013.

DELIZOICOV, D. O Ensino de Física e a concepção freireana da educação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Física** (Coleção Magistério 2º grau. Série Formação Geral). 2. ed. São Paulo: Cortez, 1990. 181p.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. Cap 6. p. 125-149.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4. Ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 30. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

GODINHO, J. D.; FARIAS, M. E. Inserção de ciências visando à compatibilização do SAEB com o PISA e seus reflexos nas Políticas Educacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP. **Relatório Nacional PISA 2012: Resultados brasileiros**. São Paulo: Fundação Santillana, 2012.

_____ **O que é o PISA?** Brasília, 2015a. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/pisa/sobre-o->

pisa>. Acesso em: 31 jul. 2015.

_____ **Resultados PISA 2000-2012**. Brasília, 2015b. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/resultados_pisa_2000_2012.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2015.

FERNANDES, G. W. R. **Práticas pedagógicas mediatizadas**: delineando caminhos para a formação de professores de física na modalidade e distância. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

JOSÉ, W. D.; BRAGA, G. R.; NASCIMENTO, A. Q. B.; DE BASTOS, F. P. ENEM, Temas Estruturadores e Conceitos Unificadores no ensino de Física. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 171-188, set./dez., 2014.

KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. A contribuição da Física para um novo Ensino Médio. **Física na Escola**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 22-27, 2003.

MARTINS, A. F. Sobre rupturas (e continuidades...). In MARTINS, A. F. (Org.). **Física ainda é cultura?** São Paulo: Livraria da Física, 2009. 300p.

MENEZES, L. C. Novo(?) Método(?) para Ensinar(?) Física(?). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 2, n. 2, p. 89-97, 1980.

MURI, A.; ORTIGÃO, M. I. A alfabetização científica brasileira: um estudo a partir dos dados do PISA 2006. In: REUNIÃO DA ABAVE, 7, 2013, Brasília. **Anais...** Brasília: ABAVE, 2013.

Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE. **Itens Liberados de Ciências**, 2011. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Itens_liberados_Ciencias.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2014.

_____ **PISA 2015 – Matriz de Avaliação de Ciências**, 2015a. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/marcos_referenciais/2015/matriz_de_ciencias_PISA_2015.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2015.

_____ **PISA 2015 – Exemplos de Itens liberados de Ciências**, 2015b. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/itens/2015/itens_liberados_ciencias_pisa_2015.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2015.

PINHO ALVES, J. **Atividades experimentais**: do método à prática construtivista. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RICARDO, E. Problemas e Problematizações. In: CARVALHO, A. M. P. et. al. **Ensino de Física**, São Paulo: Cengage Learning, 2010. 158 p.

RICARDO, E. C.; CUSTÓDIO, J. F.; RESENDE JUNIOR, M. F. Comentários sobre as Orientações Curriculares de 2006 para o ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de**

Física, v. 30, n. 2, p. 2401-1-2401-6, 2008.

RUBINI, G.; MASSUNAGA, M. S. de O.; BARROSO, M. F. Aprendendo com avaliações em larga escala – os resultados do PISA para a sala de aula. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20, 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBF, 2013.

RUTHERFORD, F. J.; AHLGREN, A. **Ciência para todos**. Lisboa: Gradiva, 1995.

SIMAS FILHO, J. P. **Leituras do PISA: Sentidos sobre Ciências e Tecnologias em Sala de Aula de Ciência**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.