

A EXPERIMENTAÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO E OS OBJETIVOS EDUCACIONAIS.

José Claudio Reis Santiago - Instituto Federal da Bahia Campus Barreiras

Eliane Mendes Guimarães - Universidade de Brasília Campus Planaltina

Ivan Ferreira da Costa - Campus Planaltina

Resumo.

Estudamos a adequação das propostas de atividades experimentais (AE) presentes nos livros didáticos de Física de ensino médio (EM) aos objetivos educacionais (OE) estabelecidos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional LDB de 1996. Como forma de avaliar a existência desta relação, empregamos uma metodologia quantitativa para, a partir das competências e habilidades presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), encontrar a probabilidade mínima de que cada um, entre os quatro OE, recebesse a contribuição das propostas de AE. Os resultados obtidos trazem evidências de que há relação entre as propostas de AE e o objetivo I: consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental. Por outro lado, os demais objetivos que dizem respeito à cidadania, ao mundo do trabalho, à ética, à autonomia intelectual e ao pensamento crítico praticamente inexistem nestas propostas de AE.

Palavras - chave: atividades experimentais, livros didáticos, ensino médio, Ensino de Física, objetivos educacionais, LDB.

Abstract

We studied the adjustment of the experimental activities purposes (EA) we find in the High School (HS) Physics textbooks to the educational goals (EG) established by the Law of Basic Tenets and Guidelines of National Education - LDB 1996. We applied a quantitative methodology seeking, starting from the competences and abilities we find in the Brazilian National Curricular Parameters (PCNs), to find the smallest probability that each one of the four EG got contribution from the purposes of EA. The results gives us evidence that there is a relation between the purposes of EA and the goal I: to consolidate and go deeper into the knowledge acquired in the previews fundamental studies. Other goals that tell us about citizenship, on the world of work, on the ethics, on the intellectual autonomy and on critical thinking got an insignificant contribution that came about from the purposes of EA.

Key Words: experimental activities, Physics textbooks, high-school, educational goals, LDB.

INTRODUÇÃO.

Neste trabalho expressamos a nossa preocupação pela busca de relação com os objetivos propostos pela LDB para o trabalho do ensino de Física por meio de atividades experimentais (AE) e, para viabilizar este propósito, escolhemos pesquisar as possíveis contribuições dos roteiros para a melhoria do ensino de Física. Os roteiros a que nos referimos são as propostas de atividades experimentais que se encontram nos livros didáticos de Física do nível do ensino médio (EM).

Certamente que o ensino científico-prático não é suficiente para resolver todos os problemas educacionais, mas podem propiciar uma aproximação do conhecimento científico ensinado em sala de aula com aqueles produzidos pelos cientistas (Alves-Filho, 2000). Sabemos que ainda será preciso sanar muitas outras dificuldades para que este ensino ocorra.

Este trabalho tem a intenção de trazer novos elementos para reflexão sobre a relação entre as propostas de atividades experimentais presentes nos livros didáticos de Física do nível de ensino médio e os objetivos educacionais estabelecidos para este ensino pela LDB/1996. Questiona-se a importância destes roteiros em relação à sua contribuição para se concretizar os objetivos educacionais para o ensino médio. A Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, também denominada Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em seu Art. 35 declara que:

Art. 35º . O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento nos estudos;

II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamentos posteriores;

III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV – a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Ao apresentarmos a metodologia empregada para desenvolver a pesquisa, estes objetivos serão comentados mantendo-se a relação biunívoca entre as finalidades e os algarismos romanos conforme estão dispostos acima.

REVISÃO DE LITERATURA.

A própria natureza da pesquisa desenvolvida neste trabalho permite observar a presença de três diferentes componentes que devem balizar a educação: a experimentação, os livros

didáticos e os objetivos educacionais propostos pelas diretrizes oficiais. Desta maneira, embora a maior preocupação deste trabalho esteja mais especificamente relacionada com a avaliação da adequação do livro didático aos objetivos educacionais, acreditamos que a dificuldade em encontrar abordagens mútuas entre estes campos justifica a inexistência de publicações na literatura que tratem mais especificamente do foco da nossa pesquisa. Fizemos levantamentos de diversos artigos publicados entre os anos de 2000 e 2010 que mais se aproximassem do nosso estudo. Os principais periódicos envolvidos neste levantamento foram: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Revista Investigações em Ensino de Ciências, Ciência & Ensino, Ciência e Educação, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. A seguir, comentamos cada um entre os campos de investigação.

Ressaltamos ainda que apesar de se haver discutido amplamente o papel da experimentação no ensino de Ciências e apesar do crescimento da atenção voltada para se avaliar a qualidade do LD, o vazio que se deixa na pesquisa do tema do livro didático encontra-se no esquecimento de um dos componentes que hoje está presente em praticamente todos os livros de Física do EM: as propostas de atividades experimentais.

Ao comentar alguns programas governamentais que visaram estabelecer ações educacionais por meio do LD, Vasconcelos e Souto (2003) destacam a implementação em 1985 do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), pertencente ao MEC, como “um importante passo na direção de uma avaliação criteriosa do livro didático”. Tal programa teve ainda o objetivo de coordenar a distribuição gratuita de LDs aos alunos das escolas públicas brasileiras. Abordando a qualidade do livro de Ciências, por sua vez, Amaral e Neto (1997) comentam que em 1994 a Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), do Ministério da Educação e do Desporto (MEC), “encomendou uma avaliação dos livros didáticos de 1ª à 4ª séries nas áreas de Ciências, Estudos Sociais, Matemática e Português.” Portanto, tal avaliação estaria ainda limitada aos livros didáticos da primeira etapa do EF. A ampliação desta iniciativa governamental para os livros de 5ª à 8ª séries ocorreu em 1996. Neste período, apesar de já existirem propostas oficiais para os estados e municípios, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) ainda eram uma proposição do governo federal. Em 1997, aqueles autores (idem) chamam a atenção para a necessidade de que os autores de livros didáticos e as editoras levassem em consideração, ao menos, as bases teórico-metodológicas apontadas pelas pesquisas em Educação em Ciências ao divulgarem suas obras. Esta advertência se justificaria por considerar que, naquele período, apesar de terem sido empregados vários e diversificados critérios para analisar o LD, as bases fundamentais do ensino de Ciências apontadas pelas pesquisas educacionais desenvolvidas no Brasil não estariam compondo estes critérios avaliativos. Exemplos destas bases seriam, as concepções de ciência, de ambiente e de educação. Tais critérios foram apontados pelos autores como “mais fundamentais para se considerar uma coleção didática adequada ou não ao ensino de determinada disciplina” (Amaral e Neto, 1997). Uma leitura atenta deste período nos levou a crer que o contexto da pesquisa das bases fundamentais e das propostas das diretrizes para o EM apresentou-se para os professores como uma iniciativa inédita que ampliaria as suas expectativas em relação às possibilidades de orientação para suas práticas pedagógicas. Entretanto, conforme apontado mais adiante, parece que tais orientações teriam desaparecido

na década seguinte (2000-2010) porque uma grande parte dos professores não entendeu claramente como implementar em sala de aula as proposições contidas nos PCNs (Ricardo e Zylbersztajn, 2008).

Vasconcelos e Souto (2003) comentam que apesar dos avanços significativos em questões relacionadas aos LDs “ uma considerável quantidade de professores ainda não tem acesso a instrumentos de análise de livros didáticos ”. Com isto, propõe então uma série de critérios a serem empregados por professores do EF (6ª série) quando da escolha do seu livro didático” .

A partir de 2004, com a implantação do Programa Nacional do Livro didático para o EM (PNLEM), os estudantes das escolas públicas deste nível de ensino passaram a receber até o início do ano 2005 livros de Português e de Matemática. Em 2007 foram incluídas no programa as disciplinas Física e Geografia para serem utilizadas em 2009 (Brasil, 2009). Nesta perspectiva, professores e escolas do EM passaram a dispor de um catálogo por meio do qual se poderia realizar a avaliação das obras didáticas. A ficha de avaliação *PNLEM/2007* apresenta critérios eliminatórios e critérios classificatórios. Para o primeiro critério pode-se observar claramente no extrato da ficha de avaliação apresentado abaixo que esta limita-se a informar apenas aquilo que deve ser evitado pela proposta de AE.

FICHA DE AVALIAÇÃO / PNLEM 2007 – FÍSICA – CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS.2 ASPECTOS PEDAGÓGICO-METODOLÓGICOS.	
O livro do aluno e/ou do professor propõe atividades que:	
<ul style="list-style-type: none"> a) trazem riscos para alunos e professores de tal ordem que não devem ser realizadas. b) podem trazer riscos para alunos e professores que não impedem sua realização, mas observam-se insuficiência de alertas sobre riscos e também de recomendações de cuidados e procedimentos de segurança para preveni-los, no livro do aluno e/ou no livro professor. 	<input type="checkbox"/> Sim (Apresentar argumentos abaixo exemplificando) <input type="checkbox"/> Não Observação:
A metodologia empregada:	
<ul style="list-style-type: none"> a) Tem como característica principal a memorização de conteúdos e termos técnicos, deixando de contribuir para promover o desenvolvimento de capacidades básicas de pensamento autônomo e crítico e negligenciando as relações entre conhecimento e vida prática. b) São propostos experimentos e demonstrações cuja realização dificilmente é possível, que apresentam resultados implausíveis e/ou veiculam idéias equivocadas sobre fenômenos, processos e modelos explicativos. c) Os experimentos e as demonstrações têm função meramente ilustrativa, sem conexão com as teorias ou modelos explicativos. d) Os experimentos e as demonstrações desconsideram o impacto ambiental proveniente do descarte de resíduos gerados, quando existentes. 	<input type="checkbox"/> Sim (Apresentar argumentos abaixo exemplificando) <input type="checkbox"/> Não Observações:

Fica então claro que autores e editoras podem facilmente adaptar as obras para atenderem tais requisitos. Como bem destacam Neto e Fracalanza (2003), “ os editores, submetidos à pressão do principal comprador de seus produtos, efetuam alterações nos livros escolares apenas nos itens considerados eliminatórios que os excluiria da possibilidade de escolha das obras pelo editores”.

Em relação aos critérios classificatórios, a presença da experimentação relacionadas aos objetivos educacionais (OE) da LDB aparece mais provavelmente nos dois primeiros itens do extrato da ficha de avaliação cujos aspectos essenciais são apresentados abaixo:

O = ÓTIMO B = BOM R = REGULAR I = INSATISFATÓRIO

CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO .2 ASPECTOS PEDAGÓGICO-METODOLÓGICOS
Incentivo a atividades que exigem trabalho cooperativo, estimulando-se a valorização e o respeito às opiniões do outro. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como O (<input type="checkbox"/>) B (<input type="checkbox"/>) R (<input type="checkbox"/>) I (<input type="checkbox"/>)
Viabilidade de execução dos experimentos/demonstrações propostos com base nas instruções fornecidas. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como O (<input type="checkbox"/>) B (<input type="checkbox"/>) R (<input type="checkbox"/>) I (<input type="checkbox"/>)
Viabilidade da execução dos experimentos/demonstrações em termos da obtenção dos materiais necessários e da indicação de

materiais alternativos para a execução dos experimentos, quando justificada.
 Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como O () B () R () I ()
 Incentivo à realização das atividades propostas, não apresentando em particular, o resultado final esperado antes da realização das atividades.
 Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como O () B () R () I ()

Conforme se pode constatar acima, ainda que os LDs de Ciências de um modo geral possam ser avaliados como elaborados de acordo com os PCNs e/ou reformulados para atender a avaliação do MEC, os critérios de avaliação classificatórios considerados acima não podem assegurar que as propostas de experimentação presentes nos LDs de Ciências contribuam para se concretizar os objetivos educacionais da LDB. Isto é, se os LDs contribuem para tais OE, não podemos concluir que seja por meio das AE propostas.

Ressaltamos aqui um importante passo no sentido de aproximar as propostas de atividades experimentais dos OE. Em 2006, ao apresentar uma planilha para avaliação de livros didáticos de Química para o EM, Santos (2006) insere a experimentação como um dos itens para serem analisados, contrariamente a diversas outras propostas de avaliação em que a proposta de AE encontra-se diluída na análise avaliativa de outros itens. A tabela a seguir apresenta uma parte da proposta:

De acordo com a sua avaliação, atribua valores para cada item a seguir:
 0 = não se aplica. 1 = não. 2 = parcialmente. 3 = sim.

Atividades experimentais	
1.0 Podem ser facilmente realizadas com base nas orientações do roteiro.	
2.0 São sugeridas em um contexto problematizado estimulando a compreensão dos conteúdos.	
3.0 Enfocam o trabalho cooperativo.	
4.0 O LDQ estimula a realização dos experimentos, sem apresentar os resultados esperados.	
5.0 Evitam a formação de conceitos ou relações conceituais equivocados.	
6.0 Evitam apresentar a Química como uma ciência dogmática.	
7.0 Realçam a diversidade de métodos de produção científica.	
8.0 Sugerem procedimentos de segurança e adverte sobre os possíveis perigos.	
9.0 Não trazem riscos à integridade física dos alunos.	
10.0 Sugerem procedimentos para o descarte dos resíduos ou orientação para reutilização.	
11.0 Propõem a utilização de materiais alternativos para a execução dos experimentos. Propõem a utilização de quantidades reduzidas de reagentes, minimizando os gastos.	
12.0 Indicam medidas de emergência no caso de acidentes.	
Nota do Critério:	

TABELA 1. (SANTOS, 2006)

Observamos alguns itens como o 2.0, 3.0, 4.0 e 7.0 que poderiam ser úteis para se avaliar a adequação das propostas de AE aos objetivos propostos para o EM. Apesar da proposta se voltar para o ensino de Química, observamos que certamente apresenta alguma convergência com o nosso trabalho. E, embora os critérios acima possam ser úteis para a equipe de especialistas do MEC avaliar a adequação das propostas de AE às concepções educacionais de pesquisadores e professores de Química, não podemos dizer que estes critérios sejam suficientemente adequados para se avaliar a adequação de tais propostas aos OE.

Os objetivos educacionais.

É quase inquestionável a afirmação de que os documentos PCNs exerceram uma grande influência na educação brasileira no que diz respeito ao incentivo às reflexões sobre possíveis mudanças em todos os níveis da educação nacional. Apesar disto, parece que a implementação em sala de aula das propostas presentes nestes documentos não ficou bem clara para os educadores. Ricardo e Zylbersztajn (2008) atribuem parte dos problemas ao uso de pressupostos teórico-metodológicos que não teriam sido bem compreendidos tanto pelos professores quanto pelos próprios autores que elaboraram tais documentos. Estes autores discutem alguns pressupostos fundamentais presentes nos PCNs (competências, interdisciplinaridade e contextualização) sob o ponto de vista de alguns dos próprios autores do documento. Eles argumentam ainda que, apesar destes conceitos estarem presentes em parte do discurso de muitos educadores, não se pode concluir que suas práticas educacionais estejam em acordo com as propostas dos PCNs.

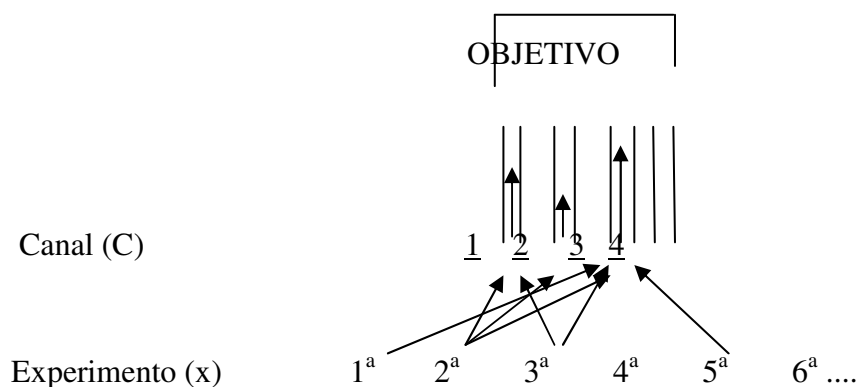
Entre as preocupações centrais destes autores encontra-se ainda no fato de que, mesmo após dez anos de promulgação da LDB/96 “algumas pesquisas indicam que não houve mudanças substanciais na escola, que os documentos são pouco compreendidos pelos professores” (Ricardo e Zylbersztajn, 2008).

Sendo considerados eixos norteadores do currículo por competências (Brasil, 2000), a interdisciplinaridade e a contextualização deveriam ser bem compreendidas pelos professores para que suas práticas pedagógicas aos menos se aproximassem dos objetivos educacionais da LDB/96. Em relação ao conceito de *competências*, apesar do seu uso em diversas páginas dos documentos (PCNs e PCN+), os referidos pesquisadores constataram que o significado deste termo não aparece com clareza.

Diante deste quadro, o que podemos pensar dos livros didáticos do ensino médio que trazem a informação de que foram elaborados de acordo com os PCNs? Isto apenas para não se referir aos objetivos fixados pela LDB/96, uma vez que os PCNs foram elaborados com o propósito de levar até as escolas os pressupostos fundamentais desta Lei (Ricardo e Zylbersztajn, 2008). De modo convergente a esse âmbito de preocupações, estas informações por si só seriam suficientes para diminuir as nossas expectativas de que os roteiros poderia ter sido elaborados em acordo com os PCN.

A METODOLOGIA EMPREGADA.

Na figura a seguir, representamos geometricamente o fluxo proporcionado por um subconjunto de experimentos prováveis em atingir um determinado objetivo educacional através de um conjunto de canais, C. Este conjunto de canais correspondem às habilidades e competências listadas nos PCNs e são encontradas mais adiante no apêndice.



De acordo com o diagrama acima, às habilidades e competências listadas nos PCNs constituem-se em um meio através do qual se poderia chegar aos objetivos. Assim, nesta linguagem, aqueles experimentos que estivessem relacionados com habilidades e competências dos PCNs teriam probabilidade de contribuir para os referidos objetivos.

Considerando-se um conjunto de experimentos analisados $E = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_T\}$, para os nossos propósitos neste trabalho, definimos como número de experimentos prováveis N_p à quantidade de experimentos relacionados a um conjunto de canais $C = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_i, \dots\}$. Este conjunto de canais C permite o fluxo de cada experimento N_p para determinado objetivo O_i em que

$$O_1 = I, O_2 = II, O_3 = III \text{ e } O_4 = IV$$

I, II, III e IV são os objetivos educacionais presentes na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB (1996) conforme comentamos na introdução.

Para um conjunto de experimentos contribuir para a concretização de determinado objetivo educacional, seria ideal do ponto de vista estatístico, que o número total de experimentos analisados T coincidissem com N_p . E ainda, que o número total de canais estivessem abertos para o fluxo \square de todos os T experimentos. Entretanto, em geral, por questões operacionais associadas ao espaço didático, somente uma fração de experimentos corresponde a N_p . E ainda, apenas um subconjunto de canais está aberto para determinado objetivo.

De acordo com estas condições, podem-se definir dois tipos de probabilidade convenientes ao nosso trabalho: a probabilidade de contribuição mínima e a probabilidade de contribuição efetiva para a concretização dos objetivos educacionais.

Probabilidade de Contribuição Mínima, P_{\min} .

Neste caso, quer-se saber a partir de um número total de experimentos analisados T , qual a fração que pode chegar a pelo menos um entre os canais abertos para determinado objetivo O_i . Matematicamente podemos escrever

$$P_{\min} = N_p / T.$$

Observamos que nesta definição, o fluxo \square proporcionado por um único canal aberto (a partir de um único roteiro) é equivalente a um fluxo igualmente distribuído por todos os canais abertos. Isto é, para calcular o valor numérico de P_{\min} , não é relevante considerar se o fluxo produzido por um roteiro está associado a um ou a diversos canais.

Probabilidade de Contribuição Efetiva, P_{ef} .

A definição anterior não leva em consideração a contribuição individual de cada roteiro, entretanto sabe-se que muitas vezes um experimento contribui mais que outro para se concretizar os objetivos. Estas informações nos levam naturalmente a buscar uma outra equação que faça estas considerações. Assim, definimos como a probabilidade de contribuição efetiva para a concretização de um determinado objetivo educacional O_i , a razão entre o fluxo total \square_T através dos canais abertos e o fluxo máximo $\square_{\text{máx}}$ do total de experimentos T . Isto é, $P_{\text{ef}} = \sum \square_i / \square_{\text{máx}}$ Em que \square_i representa o fluxo de cada experimento provável.

Sendo o fluxo máximo dado por $N_p \cdot N_c$ onde N_c representa o número de canais abertos, pode-se finalmente escrever a expressão

$$P_{\text{ef}} = \sum \square_i / N_p \cdot N_c$$

Esta é então a equação que leva em consideração o fluxo total de cada experimento.

Fontes e Sorvedouros.

Outra questão que poderíamos aprofundar aqui está em que determinado canal de acesso pode estar absorvendo grande parte de experimentos, atuando como sorvedouros, enquanto outros podem receber um fluxo menor, o que produziria a concentração do fluxo por canais específicos. Esta questão é importante porque no momento de analisar os objetivos, algumas habilidades e competências podem estar sendo mais bem contempladas do que outras. Por questões de extensão do trabalho entretanto, apresentamos um resumo desta problemática no Apêndice para o leitor interessado em aprofundar-se neste assunto.

Para o emprego da metodologia quantitativa, investigamos a seguinte questão : da forma como se apresentam nos LDs, os roteiros de experimentação contribuem para a concretização dos objetivos educacionais da LDB? Procuramos nestes roteiros palavras, frases ou sentenças que estivessem de alguma forma, minimamente, relacionadas a dez competências listadas nos PCNs (ver Apêndice) pois tais competências foram consideradas como “canais de acesso” à concretização dos OE.

Foram analisados 92 roteiros de experimentação presentes nos livros de ensino médio indicados no guia do livro didático do PNLEM (2009): Nesta relação constam: Física, de Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga, Editora scipione; Física, de Alberto Gaspar volume único, da Editora Ática e Física, Ciência e Tecnologia dos autores Paulo César M. Penteado e Carlos Magno A. da Editora Moderna.

RESULTADOS E CONCLUSÕES.

Empregamos como canais de acesso aos objetivos, dez competências listadas nos PCNs (ver Apêndice) de tal forma que analisamos, em cada roteiro, palavras ou sentenças que apresentassem algum vínculo com tais competências e habilidades. Assim, o vínculo entre os canais e os objetivos foi tal como aparece nas duas primeiras linhas das tabelas de resultados seguintes.

Tabela 1 - Mecânica e Hidrostática. T = 31

Objetivo	I	II	III	IV	V
Canal	<u>2 3 5 7 10</u>	<u>1 6 8 9 10</u>	<u>1 6 9 8 7</u>	<u>2 3 4 5 8</u>	<u>0</u>
P _{mín} (%)	71.0	38.7	38.7	88.0	6.5
P _{ef} (%)	31.8	20.0	20.0	32.6	100.0

Tabela 2 - Termodinâmica, Calor e temperatura. T = 13

Objetivo	I	II	III	IV	V
Canal	<u>2 3 5 7 10</u>	<u>1 6 8 9 10</u>	<u>1 6 9 8 7</u>	<u>2 3 4 5 8</u>	<u>0</u>
P _{mín} (%)	53.8	38.5	38.5	84.6	15.4
P _{ef} (%)	22.9	32.0	20.0	23.6	20.0

Tabela 3 - Óptica e Ondas . T = 22

Objetivo	I	II	III	IV	V
Canal	<u>2 3 5 7 10</u>	<u>1 6 8 9 10</u>	<u>1 6 9 8 7</u>	<u>2 3 4 5 8</u>	<u>0</u>
P _{mín} (%)	86.4	45.4	54.5	86.4	4.5
P _{ef} (%)	25.3	24.0	26.7	32.6	20.0

T

abela 4 - Eletromagnetismo. T = 26

Objetivo	I	II	III	IV	V
Canal	<u>2 3 5 7 10</u>	<u>1 6 8 9 10</u>	<u>1 6 9 8 7</u>	<u>2 3 4 5 8</u>	<u>0</u>
P _{min} (%)	69.2	50.0	53.8	84.6	7.7
P _{ef} (%)	24.4	27.7	24.3	31.8	20.0

Inicialmente a metodologia empregada se resumiu em buscar conhecer a partir de um total T de experimentos de determinado conteúdo, quantos N_P estariam associados aos objetivos por meio de canais. Em seguida, considerando apenas os N_P experimentos que estivessem associados a estes canais, buscamos saber qual seria o seu nível de relação com estes canais.

Conforme se pode observar no conjunto de resultados acima, os baixos valores de P_{min} indicam que uma grande quantidade de roteiros pesquisados por conteúdos, não têm relação com os objetivos II, III e IV e estiveram fora da segunda etapa da análise que consiste em calcular P_{ef}. Da mesma maneira, entre o total de experimentos pesquisados T por conteúdo, poucos foram “bem sucedidos” (isto é foram denominados N_P) e assim a probabilidade efetiva P_{ef} nos mostrou que estes poucos experimentos também estão associados a poucas competências e habilidades, excetuando-se aquelas correspondentes ao objetivo I.

Em relação aos objetivos fixados pela LDB/96, apesar da interdependência entre *processos produtivos* e *trabalho* (objetivo IV), entendemos que a primeira apresenta um sentido mais estritamente cognitivo do que a segunda. Com isto, no momento de escolher os canais e da tomada de dados, empregamos a palavra produção no sentido de “como fazer crescer, desenvolver ou criar algo associado a fenômenos físicos” tais como seriam a produção de energia, de movimento, de álcool, de gasolina e também a produção industrial e comercial. Em resumo, a produção econômica. Ainda em relação ao objetivo IV, investigamos a presença dos fundamentos-científicos-tecnológicos, num sentido geral, e os maiores e menores valores respectivamente obtidos para as probabilidades mínimas e efetivas foram P_{min}= (88,0 % , 84,6%) e P_{ef} = (32,6,0 % , 23,6%). Ao investigarmos a presença destes fundamentos aplicados aos processos produtivos, entretanto, os resultados obtidos são bem menores que aqueles que aparecem nas tabelas acima. Enfim, embora os fundamentos sejam explicitados nos roteiros, uma quantidade insignificante se refere a algum processo produtivo.

Para não privilegiar algumas competências e habilidades em detrimento de outras, escolhemos os cinco canais nos quais, em nossa opinião, estão mais próximos de cada objetivo, fixando desta forma o número de canais de acesso aos objetivos. A mesma pesquisa foi refeita trocando-se alguns canais e , ainda assim, os resultados não apresentaram variações maiores que 10%. Desta forma pudemos constatar que os resultados obtidos trazem evidências de que existe relação entre as propostas de AE e o objetivo I: consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental. Por outro lado, os demais objetivos que

dizem respeito à cidadania, ao mundo do trabalho, à ética, à autonomia intelectual e ao pensamento crítico praticamente inexitem nestas propostas de AE. Para encerrar, pontuamos apenas que este trabalho não teve por objetivo avaliar o LD, embora a metodologia empregada na pesquisa pudesse ser aplicada para análise de outras partes do LD tais como textos e problemas e atividades propostas, a nossa preocupação maior consistiu em estudar as aulas práticas (experimentais) de Física.

REFERÊNCIAS.

AMARAL, I. A.; NETO, J. M. Qualidade do livro didático de Ciências: o que define e quem define? **Ciência & Ensino**, Campinas, n. 2, p. 13-14, jun. 1997.

ARAÚJO, M.S.T. de; ABIB, M.L.V.dos. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, n. 2, p. 176-194, Jun. 2003.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei 9.394, de 20/12/1996.

———. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999a.

———. Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação FNDE: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 2010.

———. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio DCNEM. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

———. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. PCN+ *Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

———. MEC, SEB. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, SEB, 2006.

FILHO, J. de P. A. Regras da Transposição Didática Aplicadas ao Laboratório Didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n.2, p.174-188, ago. 2000.

GASPAR, A. **Física**: Volume único. 1. ed. São Paulo: Ática, 2008. 208 p.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física**: ensino médio. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2009. 3 v.

NETO, J. M.; FRACALANZA, H. O livro didático de Ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

PENTEADO, P.C.M; TORRES, C.M.A. **Física**: Ciência e Tecnologia. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2009, 3 v.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSZTAJN, A. O Ensino das Ciências no Nível Médio: um estudo sobre as dificuldades na implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 351-370, dez. 2002.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSZTAJN, A. Os parâmetros curriculares nacionais para as ciências do ensino médio: uma análise a partir da visão de seus elaboradores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13(3), p. 257-274, 2008.

SANTOS, S.M. de O. **Crêterios para Avalia o de Livros didáticos de Química para o Ensino Médio**. 2006. Disserta o (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Química, Instituto de Física e Instituto de Biologia da UnB. Brasília, 2006.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O Livro Didático de ciências no ensino fundamental: proposta de critérios para a análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educa o**, vol. 9, n.1, p. 93 – 104, 2003.

APÊNDICE

Dez competências e habilidades listadas nos PCNs.

Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.

1 Compreender as ciências como constru es humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumula o, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transforma o da sociedade;

2 Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios da Ciências Naturais;

3 Apropriar-se dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia, e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar a es de interven o na realidade natural;

4 Compreender o caráter aleatório e não-determinístico dos fen menos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determina o de amostras e cáculo de probabilidades;

5 Identificar, analisar e aplicar conhecimentos sobre valores de variáveis, representados em gráficos, diagramas ou expressões algébricas, realizando previsão de tendências, extrapola es e interpola es, e interpreta es.

6 Analisar qualitativamente dados quantitativos, representados gráfica ou algebricamente, relacionados a contextos sócio-econ micos, científicos ou cotidianos;

7 Identificar, representar e utilizar o conhecimento geométrico para o aperfei amento da leitura, da compreensão e da a o sobre a realidade;

8 Entender a rela o entre o desenvolvimento das Ciências Naturais e o desenvolvimento tecnológico, e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuseram e propõem solucionar;

9 Entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais na sua vida pessoal, nos processos de produ o, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social;

10 Compreender conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas, e aplicá-las a situa es diversas do contexto das ciências, da tecnologia e das atividades cotidianas;

0 Nenhum dos itens anteriores;

Obs: O item **0** não está relacionado aos objetivos educacionais.

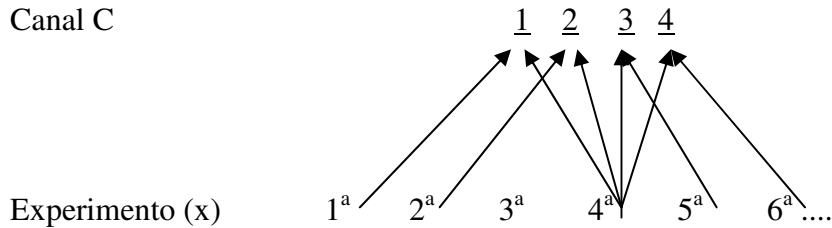
Fontes e sorvedouros.

Durante a análise dos dados, pode-se observar em alguns momentos que um determinado experimento pode estar relacionado a diversos canais, contribuindo como fonte de dispersão, enquanto outros podem estar relacionados aos canais de forma mais equilibrada. De forma

análoga, um determinado canal de acesso pode estar absorvendo grande parte de experimentos, atuando como sorvedouros, enquanto outros absorvem o fluxo de forma mais distribuída.

Fontes – Fator de Divergência σ_{de} , Fator de Dispersão σ_{se}

No exemplo a seguir, o quarto roteiro apresentaria nível máximo de divergência ($\sigma_{de} = 1$). O primeiro, o segundo, o quinto e o sexto apresentariam fator de divergência nulo ($\sigma_{de} = 0$). O terceiro roteiro, por sua vez, não sendo um experimento provável, não compõe o cálculo.



A equação que permite calcular o fator de divergência do experimento σ_{de} é então

$\sigma_{de} = (\square_{exp} - 1) / (N_c - 1)$ em que \square_{exp} representa o fluxo produzido por um determinado experimento. Os limites para os valores de σ_{de} estão compreendidos no intervalo $[0;1]$.

A equação que permite calcular o espalhamento do fluxo é:

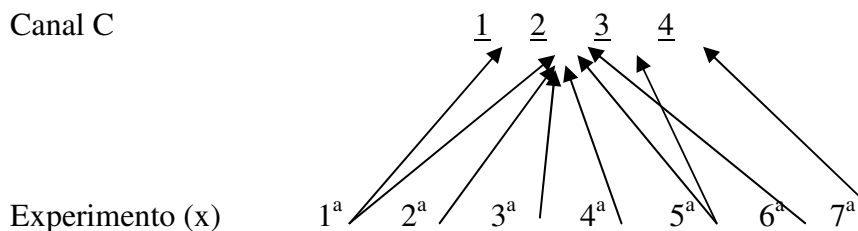
$\sigma_{se} = (\sum \sigma_d) / N_p$ Da mesma maneira, os limites para os valores de σ_{se} estão compreendidos no intervalo $[0;1]$.

Devemos tomar cuidado no momento de comparar σ_{de} com σ_{se} pois a primeira quantidade está relacionada com um único experimento enquanto que a segunda refere-se ao conjunto dos experimentos.

Sorvedouros – Fator de Convergência σ_{cc} , Fator de Dispersão σ_{sc}

Se para caracterizar as fontes, a nossa atenção esteve voltada para os experimentos, desta vez para caracterizar os sorvedouros, nos voltamos para os canais.

Na situação exemplificada abaixo, o segundo canal absorve grande quantidade de roteiros e, assim do ponto de vista educacional, determinada habilidade ou competência estaria identificada com diversos roteiros.



A equação que permite calcular o fator de convergência σ_{cc} de um particular canal é então:

$\sigma_{cc} = \square_c / N_p$ em que \square_c representa o fluxo por um determinado canal.

No exemplo acima, obteríamos para o terceiro canal $\sigma_{cc} = 1/6$ e para o segundo $\sigma_{cc} = 6/6$, isto é, $\sigma_{cc} = 1$.

Para calcularmos o fator de dispersão pelos canais σ_{sc} empregamos a equação

$\sigma_{sc} = (\sum \sigma_{cc}) / N_c$ em que σ_{cc} representa o fator de convergência de um determinado canal.

