

# A OPERACIONALIDADE DAS ATIVIDADES SOBRE FÍSICA DE PARTÍCULAS ELEMENTARES EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO PNLD 2018

## The Operationality of Activities on Elementary Particle Physics in PNLD 2018 Physics Textbooks

**Daniel Oliveira<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz\ Discente do curso de Licenciatura em Física, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas-DCET/, e-mail: [daniersouza456@gmail.com](mailto:daniersouza456@gmail.com)

**Ana Caroline Thiara<sup>2</sup>**

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz/Discente do curso de Licenciatura em Física, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas-DCET/, e-mail: [carolthiara16@outlook.com](mailto:carolthiara16@outlook.com)

**Lincon Batista<sup>3</sup>**

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz/Discente do curso de Licenciatura em Física, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas-DCET/, e-mail: [linconphyerry@outlook.com](mailto:linconphyerry@outlook.com)

**Maxwell Siqueira<sup>4</sup>**

<sup>4</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz /Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática/, e-mail: [mrpsiqueira@uesc.br](mailto:mrpsiqueira@uesc.br)

### Resumo

A presente pesquisa tem como foco principal o processo de Transposição Didáticas de atividades do tópico de Física de Partículas proposta nas 12 coleções de Livros didáticos selecionados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2018. Assim a presente pesquisa parte da teoria da Transposição Didática descrita por Chevallard que a partir da característica da operacionalidade visam analisar como atividades: experimentais; Exercícios; Leitura e interpretação; Problemas e Questões. A operacionalidade analisa com o saber que vai para a sala de aula tem a capacidade de gerar uma sequência com atividades. Ademais, vale ressaltar que os estudos inferidos nas coleções, estão alicerçados na Análise de conteúdo de Bardin. Ao investigamos a proposta feita na Col-09 percebemos que sua abordagem não permite que os alunos tenham um grau de liberdade tão alto, dando a entender que esse processo de experimentação pode ser desenvolvido com o professor.

**Palavras-chave:** Operacionalidade; Livros Didáticos; Transposição Didática; Física de Partículas

### Abstract

The present research has as main focus the process of Didactic Transposition of activities of the topic of Particle Physics proposed in the 12 collections of Textbooks selected by the National Program of Books and Teaching Materials of 2018. Assim a presente pesquisa parte da teoria da Transposição Didática descrita por Chevallard que a partir da característica da operacionalidade visam analisar as atividades: experimentais; Exercises; Reading and interpretation; Problems and Questions. The operationality analyzes with the knowledge that goes into the classroom has the ability to generate a sequence with activities. Furthermore, it is worth mentioning that the studies inferred from the collections are based on Bardin's Content Analysis. When investigating the proposal made in Col-09, we noticed that its approach does not allow students to have such a high degree of freedom, suggesting that this process of experimentation can be developed with the teacher.

**Key words: depois:** Operability; Textbooks; Didactic Transposition

### **Introdução.**

Autores como Ostermann e Moreira (2000) têm desenvolvido diversas pesquisas no processo de inserção da Física Moderna e Contemporânea na educação, destacando que tópicos como Física de Partículas, Mecânica Quântica, Astrofísica e Cosmologia, Relatividade geral e especial têm grande potência no contexto de sala de aula. Nesse sentido, diversos autores ao longo das últimas décadas têm indicado a pertinência da abordagem da FMC na educação básica (TERRAZZAN 1992; FAGUNDES, 1997; VALADARES; MOREIRA, 1998; PINTO; ZANETIC, 1999; OSTERMANN; MOREIRA, 2000, 2001; BROCKINGTON, 2005; e SIQUEIRA, 2006). Entretanto, nos últimos anos a discussão sobre a inserção da FMC tem se pautando no como fazer (BATISTA; SIQUEIRA, 2017; SILVA; MONTANHA; SIQUEIRA, 2020; THIARA et al. 2022) ressaltando a necessidade de compreensão dos aspectos relacionados a implementação em situações reais de sala de aula da Educação Básica, demonstrando assim os conteúdos de FMC possuem grandes potencialidades no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes.

Nesse sentido, pode-se analisar como a inserção da Física de Partículas de Elementares (FPE) está sendo inserida no contexto da educação básica, tendo em vista que sua introdução pode contribuir para o despertar dos estudantes para o fazer científico, aumentando assim a chances de esses escolherem pela carreira científica destaca (PEREIRA; OSTERMANN, 2009; MILNITSKY, 2018). Nessa direção, observa-se que as pesquisas relacionadas a FPE destacam-se entre aquelas de maior impacto científico, como o caso da descoberta do bóson de *Higgs* (Nobel de Física de 2013); descoberta das oscilações dos neutrinos, que possibilitou evidenciar que essas partículas têm massa (Nobel de Física de 2015). Além disso, pode-se destacar a construção do LHC (*Large Hadron Collider*) que é o maior empreendimento já realizado pela humanidade, sem citar os impactos dessas descobertas para a Cosmologia.

Dentre as formas de inserção e suas ferramentas, temos o Livro Didático que tem sido considerado um importante instrumento no processo de ensino e aprendizagem (NICIOLI JUNIOR; MATTOS, 2006), pois tem se constituído, historicamente, em um dos principais recursos de ensino utilizados pelos professores, que tanto tem servido para orientar a construção dos planos de ensino, quanto para direcionar o conteúdo a ser ministrado em sala de aula (DELIZOICOV, ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011), tendo uma forte influência sobre a estrutura curricular de Física na educação brasileira (MONTEIRO, 2010; MARTINS, 2015).

Nessa perspectiva, no Brasil o programa Nacional do Material e do Livro Didática

distribuí desde 2009, de maneira totalmente gratuita, livros para todas as escolas de rede pública do país que, só em 2018, distribuí cerca 11 milhões de livros de Física, contribuindo desta forma com o processo de ensino-aprendizagem. Assim trabalhos como os de Domiguini, (2010) e Schivani et al. (2020) destacam que o livro didático é uma das principais ferramentas utilizadas pelo professor e pelos estudantes. Desta forma, a presente pesquisa tem como objetivo principal analisar as atividades apresentadas nos livros didáticos de Física aprovados no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2018 sobre o tópico de Física de Partículas Elementares, compreendendo sua natureza e seu grau de direcionamento e liberdade.

Assim uma das formas de averiguar e analisar como esse processo de inserção da FMC tem ocorrido nos livros de Física é por meio da Transposição Didática de Chevallard (1991) que possibilita analisar o processo de transformação de um saber, desde sua origem até chegar à sala de aula. Ao desenvolve-se o processo de transposição do saber apresenta algumas características destacadas por Chevallard (1991), dentre elas destaca-se a operacionalidade.

### **A Transposição Didática e a Operacionalidade**

De acordo com a teoria da Transposição Didática o saber perpassa por alguns níveis de transformações até chegarem aos materiais e livros didáticos e por fim na sala de aula. Assim Chevallard descreve a existência de três níveis ou esferas do saber: o **Saber sábio**, e o ponto inicia da construção de conhecimentos, onde tem como um dos seus principais agente os cientistas: O **Saber a ensinar**, e o segundo patamar do saber, sendo essa a primeira transposição sofrida pelos conhecimentos desenvolvidos na esfera científica: é o **Saber Ensinado**, e o segundo processo de transposição do saber, sendo este o processo ao qual os conhecimentos ganham sequenciamento e tempo didático do saber, assim nesta etapa a transformação do saber visa o contexto de sala de aula.

Assim Astolfi (1997) estudando o processo da Transposição Didática, descreve algumas regras para o processo de transformação do Saber Sábio em Saber a Ensinar. Essas regras estão diretamente interligadas com os atributos descritos por Chevallard Além desses aspectos tem-se também a elaboração de 5 regras por Astolfi et al. (2006) que deveriam ser observadas durante o processo da TD de modo a contribuir a ideia original da sobrevivência dos saberes. São estes:

**I)** Modernizar o saber escolar. Os saberes ligados as inovações tecnológicas devem estar presentes nos livros didáticos criando um vínculo entre o que é ensinado na escola e o que produzido nas academias.

**II)** Atualizar o saber a ensinar. O saber a ensinar deve ser atualizado e além de acrescentar, deve-se eliminar alguns saberes que mesmo corretos, já é conhecido por todos.

**III)** Articular o saber” novo” com o “antigo”. Para a introdução de “novos” saberes é salutar manter sua conexão com “antigos” saberes já presentes nos programas de ensino.

**IV)** Transformar um saber em exercícios e problemas. O saber sábio com potencialidade para gerar exercícios e problemas didáticos tem maior chance de se tornar saber a ensinar, processo conhecido como operacionalização.

**V)** Tornar um conceito mais compreensível. A transposição didática deve tornar um conceito mais compreensível, caso contrário ela não pode ser legitimada

Portanto, o processo com os quais a população em geral tem conhecimento desses saberes de Física, é um dos principais problemas enfrentados pela área de ensino de Física, que visa pesquisar quais tópicos estão sujeitos a passarem pelo processo de transposição para as

formas mais básicas de saber. Como destaca Brockington (2005) “os modelos desempenham um papel imprescindível na construção do conhecimento científico, sendo a essência do processo científico, pelo qual se pode aprender conceitualmente a realidade” (BROCKINGTON, 2005, p.161).

De maneira geral o desenvolvimento descrito pela Transposição Didática visa que os conhecimentos e saberes desenvolvidos no processo de ensino-aprendizagem não sejam simplificações dos conhecimentos desenvolvidos em centros de pesquisas, universidades e institutos, mas sim uma forma de evidenciar esses conhecimentos a sociedade, para que assim ela entenda o contexto ao qual esses conhecimentos influenciam o seu entorno. Desta forma, destaca-se que, analisar a “modernização dos saberes escolares é uma necessidade, pois legitima o programa da disciplina, garantindo seu lugar no currículo” (BROCKINGTON, 2005, p.10).

No processo de Transposição os conhecimentos apresentam algumas características que contribuem para a sua sobrevivência naquela esfera de conhecimento, assim Chevallard (1991) destaca que o saber deve ser consensual e não deve apresentar dúvidas sobre sua veracidade, mesmo que seja temporário. O autor destaca a **Operacionalidade**, que a capacidade que o saber tem de ser sequenciado, de ser capaz de gerar uma sequência com atividades, envolvendo, exercícios, tarefas ou alguma forma de atividade que tenha como intuito a abordagem do saber (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005). Isso explica por que conhecimentos como, cinemática, terminologia e eletromagnetismo permanecem por tanto tempo nos currículos escolares (ASTOLFI; DEVELAY, 1995; ALVES-FILHO, 2000; BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005).

A partir dos apontamentos de Chevallard (1991) e Astolfi (2006), é possível, a partir da literatura da área, caracterizar as atividades em: Questões que são definidas por (BORGES, 1982; HERNANDES, 2013) como Atividades formuladas em forma de pergunta direta sobre determinado conceito, questões de verdadeiro ou falso e questões de marcar em que se tem uma análise das alternativas para que se chegue a alternativa certa; Leitura e Interpretação Atividades com textos, tirinhas, histórias em quadrinhos e questões propostas a partir da leitura (MACHADO, ROSA e PRADO, 2010); Problemas abertos sem dados numéricos que pressupõe algum tipo de dedução algébrica para a sua resolução (CLEMENT; PERINI, 2007; OLIVEIRA, 2018); Problemas fechados que são questões de aplicação de fórmula, análises de gráfico que pressupõem um único caminho de resolução (PEDUZZI, 1997; TERRAZZAN; CLEMENT, 2012); Atividades Experimentais, que são proposta de prática de algum conceito, observação de fenômenos ou com proposta de construção de aparatos (ARAÚJO; ABIB, 2003).

## Metodologia de pesquisa

A análise foi realizada nas 12 coleções de Física distribuídos pelo PNLD 2018, cada coleção possui 3 volumes. A escolha da ordem de análise se deu por ordem decrescente de distribuição, de modo que a Col.1 refere-se à coleção com maior quantidade de exemplares distribuídos. A distribuição por nome, pode ser vista no (Quadro 1), ao todo foram distribuídos 10.813.428 milhões de exemplares.

### Quadro 01: Indicativos por coleção de Física do PNLD 2018<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Os dados quantitativos da distribuição das coleções do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2018 estão disponíveis em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/dados-estatisticos>; acesso em. 14\11\2022.



Coleção	Indicativo da Coleção	Quantidade de exemplares distribuídos por coleção
Física, Bonjorno	Col. 1	2.176.451
Física, Aula por aula	Col. 2	1.384.620
Ser Protagonista	Col. 3	1.095.273
Conexões com a Física	Col.4	988.290
Física p/ o Ensino Médio	Col.5	976.000
Física, Helou	Col.6	873.276
Física, Ciência e Tecnologia	Col.7	792.752
Física, Contexto e Aplicações	Col.8	740.522
Física em Contextos	Col.9	555.902
Física, Interação e Tecnologia	Col.10	515.078
Compreendendo a Física	Col.11	394.051
Física, Guimarães	Col.12	321.213

**Fonte:** elaborado pelos autores

Assim, a pesquisa desenvolveu-se em 3 etapas, sendo elas: 1<sup>a</sup>) estudos e levantamento da literatura relacionadas a natureza das atividades (Atividades experimentais; Exercícios; Leitura e interpretação; Problemas e Questões. 2<sup>a</sup>) análise das atividades envolvendo os conteúdos de Física de Partículas Elementares abordados nas coleções. 3<sup>a</sup>) investigação do processo de Transposição da natureza das atividades envolvendo a FPE. Para análise dos livros foi utilizada a Análise de Conteúdo, “que consiste em um conjunto de técnicas para análise quantitativa de dados a partir de procedimentos sistemáticos. A análise é pautada em 3 etapas principais: a) pré-análise, b) exploração do material, c) tratamento de resultados, a inferência e a interpretação” (BARDIN, 1977, p.95).

A metodologia adotada parte da pré-análise, na qual escolhemos e preparamos o material para análises mais incisivas. Para esta pesquisa buscamos as coleções que apresentam a FPE, desse modo apenas as coleções que abordem a temática foram analisadas. Desta forma ao separarmos esses documentos percebemos que nem todas as coleções apresentam os tópicos de Física de Partículas Elementares. Após a pré-análise divide-se em 3 grupos: Grupos: G1 - coleções que não apresentam abordagem da FPE; G2 - coleções que apresentam uma breve introdução da temática, e G3- coleções que destinam um capítulo exclusivo para FPE. Vale salientar que os conteúdos da FPE estão presentes exclusivamente no volume 3 das obras que abordam a temática.

Na segunda etapa de análise desses materiais Bardin (1977) destaca como exploração do material que consiste em “administração sistemática das decisões tomadas, quer se trate de procedimentos aplicados manualmente ou de operações efetuadas pelo pesquisador” (p.101). Nessa etapa, selecionamos a partir do referencial teórico a divisão das atividades (Atividades experimentais; Exercícios; Leitura e interpretação; Problemas e Questões). Por último,

realizamos o tratamento dos dados, logo após a inferência e interpretação. Nesta última etapa da investigação olhamos para as atividades experimentais com um enfoque maior, analisando assim qual o seu grau de liberdade como destaca Carvalho (2010).

**Figura 01-** Quadro de grau de liberdade das atividades experimentais

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

**Fonte:** CARVALHO, 2010, p.55

No Quadro apresentado por Carvalho (2010), podemos notar a partir das características das atividades experimentais qual o seu grau de liberdade, o que nos permite analisar essas atividades colaboram a uma participação mais ativa dos estudantes, se suas abordagens não passam de coleta de dados e instruções já descritas no Livro Didático de Física do PNLD de 2018.

### **Análise dos livros de Física a partir da Operacionalidade**

Analisadas as 12 coleções, a classificação e quantidade de problemas fechados e abertos encontrados podem ser vistos na Tabela-01. Ao total, foram analisadas e classificadas 137 atividades nos volumes indicados como objetos de análise,

**Quadro 02-** Análise numérica da quantidade de atividades no Livro de Física

Coleção	Atividades experimentais	Leitura e interpretação	Problemas abertos	Problemas Fechados	Questões	Total
Col. 1	0	0	0	0	0	0
Col. 2	0	0	0	0	4	4
Col. 3	0	0	2	1	4	7
Col. 4	0	3	3	0	0	8
Col. 5	0	0	0	0	0	0
Col. 6	0	0	0	0	0	0
Col. 7	0	3	5	4	8	20
Col. 8	0	0	0	0	0	0
Col. 9	3	6	5	4	17	36
Col. 10	0	0	4	3	8	15
Col. 11	0	4	2	3	6	15



<b>Col. 12</b>	0	6	8	6	12	32
<b>TOTAL</b>	3	22	29	21	59	137

**Fonte:** elaborado pelos autores

Vale destacar que muitas coleções não apresentam os conteúdos de Física de Partículas Elementares, com e o caso dos livros do G1 que não abordam nenhuma página ou capítulo sobre a temática sendo eles Col-01, Col-06 e Col-08. Já os livros pertencentes ao G2 que é composto pelas seguintes coleções: Col-02; Col-03; Col-05; Col-06; Col-10, apresentam uma breve abordagem da Física de Partículas, o que repercute diretamente como esses conhecimentos serão abordados, como podemos perceber a partir do quadro 01, essas coleções também apresentam uma quantidade baixa de atividades.

Nota-se, que na Col-02, apresenta somente questões, esse quantitativo demonstra que sua operacionalidade com as atividades está voltada para a resolução de questões, deixando de lado outros tipos de atividades. Quando olhamos para a Col-03 percebemos 2 problemas abertos; 1 problema fechado; e 4 questões. Na Col-04, 3 atividades de leitura e interpretação; 3 de problemas abertos; nessa coleção não apresenta atividades como; problemas fechados; Na Col-07 não há nenhum tipo de atividade. Na última coleção do G2 que é a Col-10 temos 4 atividades de problemas abertos; 3 de problemas fechados; e 8 de questões demonstrando assim uma predominância das questões nesse grupo.

Agora vamos descrever como as coleções que destinam um capítulo exclusivo para a abordagem da FPE desenvolvem essas atividades, sendo elas: Atividades experimentais; Exercícios; Leitura e interpretação; Problemas e Questões coleções pertencentes ao G3 são: Col-04; Col-09; Col-11; Col-12. Vale destacar que mesmo tendo um capítulo exclusivo para a temática obras como a Col-04 destacam poucas atividades sendo elas compostas por: 3 leitura e interpretação, e 3 de problemas abertos. Já na Col-09 temos a única coleção que aborda todos os tipos de atividades, sendo elas divididas em: 3 de atividades experimentais; 6 leitura e interpretação; 5 problemas abertos; 4 problemas fechados; e 17 de questões. Na Col-11 temos 4 de leitura e interpretação; 2 de problemas abertos; 3 de problemas fechados; e 6 de questões. Já na última coleção a Col-12 temos 6 atividades de leitura e interpretação; 8 de problemas abertos; 6 de problemas fechados; 12 de questões.

Ao analisarmos as coleções de cada grupo, percebemos que mesmo aquelas coleções que destinam um capítulo exclusivo para a temática, apenas uma apresenta todas as categorias de atividades, indicando assim que atividades experimentais não têm uma grande abrangência nas coleções de Livros Didáticos de Física do PNLD 2018. Vale destacar também que mesmo com a ausência das atividades experimentais, outros tipos de atividades continuam com um quantitativo pequeno, como é o caso dos problemas abertos, que não passam dos 25% das atividades nos livros que abordam esse tipo de atividades.

Já quando olhamos para o percentual de questões, notamos que todas as coleções que destinam um capítulo ou realiza uma breve introdução a respeito do tema, todos tem a partir de 40% de suas atividades voltadas para essa categoria, reforçando assim a ideia de aprendizagem passiva dos estudantes da educação básica, tendo em vista que atividades com as experimentais possibilitam uma participação mais ativa dos estudantes, o que consequentemente reflete no seu processo de ensino-aprendizagem.

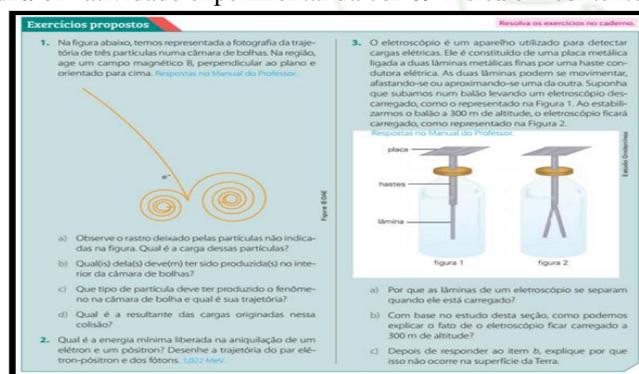
Os problemas abertos que são destacados como sem dados numéricos que pressupõe algum tipo de dedução algébrica para a sua resolução (CLEMENT; PERINI, 2007; OLIVEIRA,

2018) são as atividades que retratam os contextos dos estudantes na sua maioria, porém quando olhamos para essas atividades percebemos que seu quantitativo 29 problemas de um total de 137 atividade referente a Física de Partículas. O mesmo acontece quando voltamos para a análise das atividades de leitura e interpretação que são caracterizadas como Atividades com textos, tirinhas, histórias em quadrinhos e questões propostas a partir da leitura (MACHADO; ROSA e PRADO, 2010), tendo assim um total de 22 atividades dessa natureza nas 12 coleções do PNLD de 2018.

Já quando olhamos para os Problemas fechados que são considerados como atividades de um único caminho que requer uma matematização maior nas suas resoluções, percebemos que essas atividades tem um total de 21 problemas, seguindo a mesma característica das questões, percebemos que essas atividades têm a maior representação com um total de 59 questões que ao somarmos com os problemas fechados temos mais da metade das atividades presente nos livros didáticos de Física de PNLD 2018, somando assim um total de 80. Logo podemos destacar que mesmo havendo diversas discussões a respeito da potencialidade de atividades como as experimentais e problemas abertos, os livros didáticos do PNLD (2018) ainda priorizam as atividades de cunho matemático, ou como destacam Peduzzi (1997) e Terrazan e Clement (2012) problemas de lápis e papel, que em sua totalidade solicitam um resultado fechado e pré-definido.

No que tange as atividades experimentais, apenas uma coleção apresentou esse tipo de atividade. Para uma melhor compreensão, iremos analisá-las com mais profundidade a partir desse momento. As 3 atividades experimentais foram encontradas na Col-09. A figura 1 a seguir apresenta a primeira atividade.

**Figura 01-** atividade experimental da col-09 Física em contexto

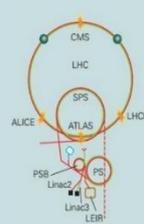


**Fonte:** recorte da obra Física em Contextos (PIETROCOLA; POGIBIN; ANDRADE. 2016. p.212)

Como podemos notar, as atividades propostas trata-se de uma atividade de verificação, ao qual os autores propõem que a partir dos estudos feitos anteriormente os estudantes consigam, testa hipóteses, reelabora e explicar. Nas 3 propostas de atividades feitas, percebemos que o grau de direcionamento é de caráter demonstrativo, o que não permite que os estudantes um protagonismo na realização dessas atividades. Como podemos notar tanto na atividade proposta na Figura 02, 03 e 04, o livro de destaca as possibilidades que essa atividade pode proposta para os estudantes. Quando olhamos para a figura 03 percebemos que devido ao experimento proposto sua realização só pode ser feita de maneira virtual pois trata de um simulado de um acelerador de partículas, demonstrando assim um grau demonstrativo como destaca (ARAUJO e ABIB, 2003).

**Figura 02-** atividade experimental da col-09 Física em contexto

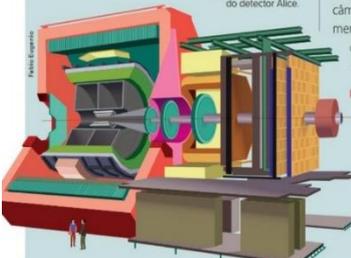
Cada anel tem injetores na sequência seguinte: o esquema da Figura 10.21 indica as seqüências de aceleradores para a colisão entre prótons, íons, nêutrons, antiprótons, neutrinos e elétrons, e para a conversão de prótons em antiprótons.



**Figura 10.21:** Esquema dos aceleradores e dos detectores do CERN.

Acelerador	Energia
LHC	7 TeV
SPS	400 GeV
PS	28 GeV
PSB	1,4 GeV
Linac	50 MeV

**Figura 10.22:** Esquema do detector Alice.



**Hadron Collider** em sentidos diferentes. Aí circula por 20 min até atingir a velocidade e a energia máxima: 7 TeV ( $7 \cdot 10^{12}$  eV). Converte depois para um dos seis detectores onde ocorrem as colisões. Cada detector, também conhecido como experimento, tem um propósito específico e é distribuído ao longo do LHC.

▶ **Alice**

Como era a matéria no primeiro segundo de vida do Universo? Esse experimento visa explorar as condições do primeiro instante do Universo, o estágio primordial da matéria, por meio da colisão de íons de ferro a 1300 TeV, que se espera que se desfaçam em uma mistura de quarks e glúons.

Esse detector é constituído de um espectrômetro de múons e uma câmara de projeção de tempo (TPC). Inventada por David Nygren, essa câmara coleta informações suficientes do movimento de partículas carregadas que permitem ao computador reconstruir uma imagem tridimensional dos rastros (Figura 10.22).

▶ **Atlas e CMS**

Esses detectores têm objetivos gerais de pesquisa. Destinam-se, por exemplo, a responder perguntas como: Existem princípios desconhecidos na natureza? Como podemos resolver o mistério da energia escura? Existem dimensões extras do espaço? O que é a matéria escura? Como o Universo surgiu?

Fonte: recorte da obra Física em Contextos (PIETROCOLA; POGIBIN; ANDRADE. 2016. p.223)

**Figura 03-** atividade experimental da col-09 Física em contexto

**CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE**

**Detector Geiger-Miller**

Talvez você já tenha escutado o som característico de um contador Geiger num filme de suspense em que haja algum tipo de contaminação radioativa. Esse foi um dos primeiros equipamentos desenvolvidos para detectar radiação, fosse ela partícula ou onda eletromagnética, e se mostrou muito útil nas pesquisas do início do século XX no estudo das partículas, como os raios cósmicos. Um detector Geiger-Miller se parece muito com uma lâmpada fluorescente. Consiste de um cilindro metálico com gás argônio a baixa pressão em seu interior, submetido a uma tensão de cerca de 1 000 V. Assim que uma partícula (por exemplo, um raio cósmico) adentra o interior do tubo e ioniza o gás, o elétron então produzido é atraído para o extremo positivo do tubo. Acelerado pelo potente campo elétrico no interior, esse elétron acaba arrancando outros elétrons e produzindo uma intensa faísca capaz de ser detectada. Essa faísca, pulso elétrico, ativa um alto-falante que produz o "clique", o som familiar do contador Geiger. Cada clique corresponde a determinado número de partículas. Desse modo, o Geiger-Miller é um poderoso amplificador de elétrons (Figuras 10.25 e 10.26).



**Figura 10.25:** Cientista verificando a radioatividade de um material com um contador Geiger-Miller.

**Figura 10.26:** Esquema de um detector Geiger-Miller.

Fonte: recorte da obra Física em Contextos (PIETROCOLA; POGIBIN; ANDRADE. 2016. p.228)

Assim ao relatarmos o seu grau de direcionamento dessas atividades, conseguimos analisar a liberdade que os estudantes terão ao desenvolver essas práticas no contexto de sala de aula da educação básica. Ao analisarmos as atividades como as da figura 04 notamos que mesmo havendo uma forte relevância para os avanços na descoberta das partículas e em especial a detecção dos raios cósmicos, o grau de liberdade nessa proposta não passa do índice 2, que é coleta de dados e discussões realizadas após explicações feitas anteriormente pelo professor no contexto de sala de aula. Assim destacamos que as atividades da figura 02 e 03, que devido a sua proposta de desenvolvimento não proporcionam um papel mais ativo para os estudantes no processo de ensino-aprendizagem como enfatiza Carvalho (2010).

Portanto destacamos que mesmo havendo apenas uma coleção que abordam as atividades experimentais, muito deve ser feito, pois como podemos ver pouco se têm desenvolvido essa categoria de atividades nos livros didáticos do Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2018, e a coleção que aborda atividades dessa natureza apresentam

um véis empirista-indutivista, o que colabora para uma visão positivista da ciência para os estudantes Peduzzi (2012).

## **Algumas considerações**

Ao logo do processo de análise das atividades dos tópicos de Física de Partículas Elementares nos Livros de Física selecionados pelo PNLD 2018, percebemos que pouco se tem abordado sobre esses tópicos nessas coleções, tendo em vista que apenas 4 coleções dentre 12 destinam um capítulo exclusivo sobre a FPE. Consequentemente, quando vamos analisar as obras do G2, que são as obras que fazem uma breve introdução sobre a FPE, notamos que essa abordagem influencia diretamente no tratamento dessas atividades, esse grupo por ter uma quantidade de 2 a 3 páginas sobre o tema, não aborda nenhuma atividade experimento, reforçando mais uma vez a sua abordagem superficial sobre a temática.

Já no G3, que é o menor grupo dentre os três, constatamos que mesmo tendo 4 coleções que destinam um capítulo exclusivo para a FPE, apesar de termos 3 proposta de atividades experimentais, quando olhamos para a sua natureza e para o seu grau de liberdade percebemos que ambas não passam do grau 2 como destacamos na figura 01. Ao investigamos a proposta feita na Col-09, notamos que sua abordagem não permite que os alunos tenham um grau de liberdade tão alto, tendo em vista que suas resposta e demonstrações devem ser feitas posteriormente por aulas feitas pelo professor, dando a entender que esse processo de experimentação só pode ser desenvolvido com o professor.

Destacamos ainda, que mesmo havendo apenas uma coleção que apresenta as atividades experimentais, muito deve ser feito, pois como podemos ver pouco se têm desenvolvido essa categoria de atividades nos livros didáticos do PNLD de 2018 a coleção que aborda atividades dessa natureza apresenta um véis empirista-indutivista, o que colabora para uma visão positivista da ciência para os estudantes.

Vale destacar que os presentes autores já estão realizando pesquisas nos novos livros do PNLD 2021, que no presente edital contam com três áreas do conhecimento, possibilitando assim uma análise mais interdisciplinar e criteriosa na área de Ciências da Natureza e em especial na área de Física, que agora conta com o aporte da BNCC, que visa a formação dos estudantes para uma sociedade que estar imersa de conhecimento científico, possibilitando o desenvolver do aluno em tomadas de decisões frente aos fenômenos a sua volta, ao reconhecer as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Nesse sentido, destacamos que pesquisas como estas são de extrema relevância, tendo em vista que novos livros didáticos de Ciências da natureza já estão nas escolas, e agora veem com uma proposta indicada pela BNCC.

## **Agradecimentos e apoios**

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

## **Referências**

ALVES FILHO, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.17, n. 2, p. 174-182, ago.2000. BRASIL. **Lei Federal nº 9394/96.** Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). Brasília, 1996.

ASTOLFI, J. P. *et al.* **Mots-clés de la didactique des sciences.** Pratiques Pédagogies, De Boeck & Larcier S. A. Bruxelas, 1997.

- ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M., A didática das ciências, 10a ed, Campinas, SP, Papirus, 2006.
- ARAÚJO, M.S; ABIB, M.L.V.S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol.25, no.2, Junho, 2003
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BATISTA, C. A.S.; SIQUEIRA, M. A inserção da Física Moderna e Contemporânea em ambientes reais de sala de aula: uma sequência de ensino-aprendizagem sobre a radioatividade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. v.34, n. 3, p. 880-902, dez.2017.
- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M., Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? *Investigação em Ensino de Ciências*. v.10, 387-404 ,2005.
- CHEVALLARD, Y., La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: La Pensée Sauvage, 1991.
- CARVALHO, A.M.P. As práticas experimentais no ensino de Física. In. *Ensino de Física. Coleção ideias em ação*. São Paulo: Cengage Learning, p.53-78, 2010.
- CLEMENT, L.; TERRAZZAN, A. Resolução de Problemas de Lápis e Papel numa Abordagem Investigativa. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.7, n.2, 2012.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2ed. Cortez, São Paulo, 2011.
- DOMINGUINI, L. O Conteúdo Física Moderna nos livros didáticos do PNLEM. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-graduação em educação da Universidade do Extremo Sul Catarinense (PPGE-UNESC), Criciúma, 2010<sup>a</sup>.
- HERNANDES, J. S.; MARTINS, M. I. Categorização de questões de Física do Novo Enem. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 30, n. 1, p. 58-83, 2013.
- MILNITSKY, R. **Epistemologia e Currículo: Reflexões sobre a Ciência Contemporânea em Busca de um novo olhar para a Física de Partículas Elementares**. São Paulo, curso de pós-graduação em ensino de Ciências – USP, 2018. Dissertação de mestrado.
- MONTEIRO, M. A.; NARDI, R.; BASTOS FILHO, J. B. (2012). Física Moderna e Contemporânea no ensino médio e a formação de professores: desencontros com a ação comunicativa e a ação dialógica emancipatória. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*. 8(1), 1-13.
- MONTEIRO, M.A. **Discursos de professores e de livros didáticos de Física do nível médio em abordagens sobre o ensino da Física Moderna e Contemporânea: algumas implicações educacionais**. Tese (Doutora em Educação para as Ciências) – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho, Bauru, 2010.
- MARTINS, V. R. **O ensino de física moderna nos livros didáticos do início do século XX**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Programa de Pós-Graduação Interunidades. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- NICOLI JUNIOR, R. B. N. e MATTOS, C. R. Uma análise de livros didáticos de física das décadas de 50 e 60. In: X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2006, Londrina. **Anais do X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M.A. Física contemporânea em la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores. Enseñanza de las ciencias, Barcelona: v.18, n.3, p.391-404, 2000.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M A. Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo desta problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. **Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis**, V.18, n.2, p.135-151, ago. 2001.

OLIVEIRA, Jefferson Rodrigues de Oliveira. Games Digitais: Uma Abordagem de Física de Partículas Elementares no Ensino Médio. Brasília, DF: Dissertação de Mestrado (UnB), 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/237123831.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2021.

PINTO, A.C., ZANETIC, J. É possível levar a física quântica para o ensino médio? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, V.16, n.1, p.7-34, abril 99.

PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. Temas de História e Filosofia da Ciência no ensino. Natal: EDUFRN, 2012.

PEDUZZI, L. Sobre a Solução de Problemas no Ensino de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.14, n.3, p.229-253, Florianópolis, 1997.

PEREIRA, Alexsandro P.; OSTERMANN, Fernanda. Sobre o ensino de física moderna e contemporânea: Uma revisão da produção acadêmica recente. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 3, p. 393-420, 2009. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/349>. Acesso em: 17 fev. 2022.

SILVA, Y.A.R.; MONTANHA, L.; SIQUEIRA, M. Aceleradores e detectores de partículas no ensino médio: uma sequência de ensino-aprendizagem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.37, n.2, p.1-31, nov.2020.

SIQUEIRA, M. Professores de física em contexto de inovação curricular: saberes docentes e superação de obstáculos didáticos no ensino de física moderna e contemporânea. 2012, 203 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SCHIVANI, M.; SOUZA, G. F.; LIRA, N. Programa Nacional do Livro Didático de Física: subsídios para pesquisas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo vol. 42, e20200011, 2020

TERRAZZAN, E.D. A inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na escola de 2º grau. Santa Maria, 1992.

THIARA, A.C. et al. Transposição Didática: A radiação do corpo negro nos livros didáticos do PNLD 2018. *Latin American Journal of Physics*, v.16, n.1, mar.2022.