

A Transposição Didática do Fenômeno da Radioatividade em Manuais Escolares de Física⁺⁺

*Alvaro Cesar da Silva Junior*¹

Mestrando no Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência
Universidade Estadual Paulista – Bauru

*Leandro Londero da Silva*¹

Faculdade de Ciências – Universidade Estadual Paulista
Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência
Bauru – SP

Resumo

Apresentamos os resultados de uma pesquisa que buscou exercer a vigilância epistemológica em manuais escolares de Física pertencentes ao PNL D de 2018-2020, no que diz respeito à Radioatividade, avaliando a presença de possíveis imagens deformadas do trabalho científico. Para tal, utilizamos a Teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard, de maneira a confrontar o saber a ensinar para com o saber sábio, a fim de compreender as semelhanças e diferenças entre os saberes do ponto de vista histórico. Tivemos como foco principal os processos de descontextualização e despersonalização do saber, os quais ocorrem parcialmente nos manuais analisados, que optam majoritariamente por uma abordagem voltada às aplicações tecnológicas, em detrimento de conteúdos voltados para a história da ciência. Concluímos que algumas imagens deformadas do trabalho científico são encontradas nas obras, entre as quais as visões: “empírico indutivista e ateuca”, “rígida”, “aprobemática e ahistórica”, “acumulativa de crescimento linear” e “individualista e elitista”. Apontamos para a necessidade de atenção por parte dos professores, em meio ao processo de transposição interna, com vistas a olhar para discussões voltadas para a natureza e história da ciência.

⁺ The Didactic Transposition of the Radioactivity Phenomenon in School Physics Textbooks

^{*} Recebido: 20 de outubro de 2021.

Aceito: 14 de fevereiro de 2022.

¹ E-mails: ac.silva@unesp.br; leandro.londero@unesp.br

Palavras-chave: *Transposição Didática; Radiações Ionizantes; Manuais Escolares.*

Abstract

We present the results of a study that aimed at carrying out epistemological vigilance over Physics textbooks comprised in the PNL D 2018-2020, with regard to Radioactivity, evaluating the presence of possible deformed images of scientific work. To this end, we used Yves Chevallard's Didactic Transposition Theory, in order to confront the knowledge to teach with the wise knowledge, in order to understand the similarities and differences between such kinds of knowledge from a historical point of view. Our main focus was the processes of decontextualization and depersonalization of knowledge. We found that these processes occur partially in the analyzed manuals, which mostly opt for an approach focused on technological applications, to the detriment of contents focused on the history and philosophy of science. We conclude that some distorted images of scientific work are found in the such textbooks, and the approaches are: “inductive and atheoretical empirical,” “rigid,” “aproblematic and ahistorical,” “accumulative linear growth” and “individualist and elitist.” We point out the need for attention from teachers in the midst of the process of internal transposition, with a view to discussions focused on the nature and history of science.

Keywords: *Didactic Transposition. Ionizing Radiation. Physics Textbooks.*

I. Introdução

Durante as últimas décadas, diversos trabalhos têm mostrado a importância de investigar a inserção de História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino, a fim de gerar discussões a respeito do “fazer científico” (KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2005; PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007; MARTINS, 2012; ALVIM; ZANOTELO, 2014; SANTOS *et al.*, 2017).

Baseado em ampla literatura, Rodrigues Junior *et al.* (2015) apontam aspectos que fundamentam a importância da implementação da HFC, sendo eles: a) a humanização da Ciência e motivação dos alunos; b) a interdisciplinaridade; c) a ciência como “herança cultural da humanidade”; d) auxiliar na compreensão dos conteúdos; e) contribuir para a

compreensão das concepções alternativas; f) evitar as visões deformadas do trabalho científico; e g) fundamentar a didática das ciências.

Cabe destacar que a necessidade de um ensino contextualizado historicamente se agrava no sentido de destituir interpretações equivocadas acerca da natureza da ciência, promovendo discussões a respeito do desenvolvimento científico e tecnológico, de maneira crítica e reflexiva.

Uma abordagem histórica considerada problemática, em geral, decorre de uma interpretação descontextualizada, equivocada ou mesmo tendenciosa das fontes e/ou de um período histórico. (FORATO et al., 2011, p. 36)

Apesar do consenso da comunidade científica quanto as contribuições positivas da HFC no ensino (VILAS BOAS *et al.*, 2013), muitas são as dificuldades encontradas neste processo. Martins (2007) destaca algumas destas dificuldades, levantadas por um grupo de licenciandos, dentre elas: a falta de material didático adequado, o currículo voltado aos vestibulares e a formação de professores pouco articulada ao tema.

Com o consenso quanto à inclusão de aspectos da HFC estabelecido, particularmente, os materiais didáticos impressos passaram a adotar com maior frequência conteúdos históricos em seus textos. Com isso, surgiram diversos estudos voltados a analisar a textualização destas obras, entre os quais estão aqueles que fazem uso da Teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard, que pressupõe aspectos necessários para que o saber sábio (conhecimento científico) torne-se saber a ensinar.

Silva Junior e Londero (2019), ao investigarem a transposição didática dos conteúdos relacionados aos raios X, apontam para uma demasiada simplificação do saber e indicam que o contexto histórico, quando presente, centra-se apenas nas contribuições de um único pesquisador, em detrimento da ampla comunidade científica da época.

Ao analisarem as descontextualizações sofridas pelo tema “Radioatividade” em um livro de ensino superior, Cordeiro e Peduzzi (2013, p. 3602-9) apontam que a obra pode propagar imagens deformadas do trabalho científico, acarretando “baixa participação dos cidadãos na tomada de decisões sócio-científicas e a vulnerabilidade à opinião daqueles que exercem o poder”.

Souza *et al.* (2012), ao analisarem a transposição didática ocorrida no livro “Física em Contexto” de Pietrocola *et al.* (2011) e no Caderno do Aluno de Física 3, pertencente ao programa estadual “São Paulo faz Escola”, apontam que ocorre a descaracterização do saber a ensinar pelos processos de transposição. De acordo com os autores, a simplificação do saber gera desvalorizações da figura do cientista e do fazer científico.

A análise da transposição didática de um conjunto de quinze manuais voltados ao ensino de física, com foco no conceito de luz como uma onda eletromagnética, foi realizada por Krapas (2011). A autora aponta para o afastamento do saber a ensinar para com o saber sábio, devido à retirada do contexto de produção do conhecimento.

Errobidart e Gobara (2011a, 2011b) fazem uma análise dos processos da transposição didática do conteúdo de ondas sonoras em coleções destinadas ao ensino médio. As autoras encontraram que a maneira como a transposição dos conteúdos ocorre tem se alterado com o passar dos anos, priorizando assuntos do cotidiano em detrimento da realização de contextualizações históricas, o que pode proporcionar equívocos ao saber a ensinar.

Melo e Cruz (2009) investigaram a transposição didática do “Modelo de Huygens” realizada por livros destinados ao ensino superior. Como resultado foi encontrado que a síntese realizada pelos textos analisados aborda o modelo atual de ondas, desta maneira, o modelo de Huygens converte-se apenas em um instrumento matemático. Os autores defendem que um maior aprofundamento no tema permitiria que os alunos compreendessem o desenvolvimento científico e histórico, indagando-se a respeito das questões levantadas pelos cientistas e, desta maneira, desenvolveriam conhecimento em torno do fazer científico.

Constatamos concordância, entre os estudos descritos, no que concerne aos apontamentos a respeito da deformação da imagem do trabalho e da figura do cientista nos materiais analisados, em decorrência de processos como a descontextualização e a despersonalização.

A pesquisa que relatamos insere-se na perspectiva dos estudos descritos acima, os quais corroboram a necessidade de pesquisas cujo intuito seja o exercício da vigilância epistemológica sob o saber a ensinar. Perante isso, centramos nossa atenção nos materiais didáticos, entendidos aqui como materiais impressos destinados ao ensino da física, para os quais olhamos com o objetivo de analisarmos, especificamente, o tópico da Radioatividade. Escolhemos analisar esse tópico, visto o esforço de pesquisadores em ensino de física e de professores da escola básica para a inserção de tópicos relacionados à física moderna em sala aula, tal como a constante discussão acadêmica quanto às metodologias e tratamentos deste saber (PEREIRA; OSTERMANN, 2016).

De maneira semelhante aos estudos anteriores, recorreremos à Teoria da Transposição Didática como meio para exercermos a vigilância epistemológica, tendo em vista a possibilidade de constrangimentos ocasionados ao saber a ser ensinado. Perante isso, analisamos o processo de didatização, sob uma perspectiva histórica, em manuais escolares de física, avaliando a presença de possíveis imagens deformadas do trabalho científico.

Buscamos responder ao seguinte problema: *Como ocorreu o processo de Transposição Didática relacionado ao tema da Radioatividade nas Coleções Didáticas de Física aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático do governo federal brasileiro do triênio 2018-2020?*

Para isso, buscamos responder às seguintes questões norteadoras: 1) Quais os vestígios dos processos de despersonalização e descontextualização do fenômeno da Radioatividade nas coleções didáticas analisadas? 2) Quais são as diferenças entre o saber de

referência, produzido pelo cientista, e o saber que foi didatizado, para os manuais escolares?
3) Nas obras analisadas são apresentadas imagens deformadas do trabalho científico?

Propomos avaliar aspectos da transposição didática dos saberes relacionados à radioatividade, tendo em vista a importância dos conteúdos históricos, a fim de promover um ensino contextualizado, que incentive discussões a respeito da natureza da ciência, e afaste possíveis imagens deformadas do trabalho científico. Na seção seguinte detalhamos a Teoria da Transposição Didática que fundamentou a nossa investigação.

II. A Teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard

O termo Transposição Didática (TD) foi inicialmente introduzido pelo sociólogo Michel Verret, em sua tese “Le temps des études”, publicada em 1975, na qual estudou os saberes que circulam o contexto escolar e diferenciou os tempos escolares no ponto de vista da transmissão do saber (LEITE, 2004, p. 47).

Durante a década de 80 a teoria sofreu novas modificações. Um dos principais contribuintes foi Yves Chevallard, em sua obra “La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné”, publicada em 1985. Chevallard aproximou a teoria das transformações dos saberes ao campo da didática da matemática, a definindo da seguinte maneira:

Um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre a partir de então um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O ‘trabalho’ que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática. (CHEVALLARD, 2009, p. 45. tradução nossa)

Esta teoria recorre à diferenciação necessária entre três saberes fundamentais para o sistema de ensino, sendo eles: o saber sábio, o saber a ensinar e o saber ensinado. O processo de TD pode ser compreendido como o conjunto de modificações ao qual o saber sábio é submetido para que, ao fim do processo, se torne de fato saber ensinado.

O saber sábio é o saber de referência para os demais saberes. De acordo com Alves Filho, Pinheiro e Pietrocola (2008, p. 3) é produzido por “intelectuais e cientistas que, constroem aquilo que também é denominado de ‘conhecimento científico’”. O saber a ensinar corresponde ao conhecimento presente em materiais voltados a professores do ensino médio e alunos universitários, como livros didáticos e programas escolares (SIQUEIRA E PIETROCOLA, 2005). Nesta etapa, o saber deve ser reestruturado para uma linguagem própria, desvinculada do saber de origem, voltado para o sistema didático. Por fim, o saber ensinado configura-se como o saber de fato apresentado ao aluno durante o processo de ensino, após sofrer modificações no interior do sistema de ensino (ERROBIDART E GOBARA, 2008).

Uma vez estabelecido o sistema didático como a relação ternária entre o docente, o aluno e o saber, Chevallard estabelece questões a fim de discutir a natureza do termo “saber” na composição deste sistema.

O que, então, é aquilo que, no sistema didático, é colocado sob a bandeira do conhecimento? O saber ensinado que o observador encontra especificamente, que relação ele estabelece com o que é proclamado sobre ele fora dessa esfera? E que relação estabelece então com o “saber sábio”, o dos matemáticos? Que distâncias existem entre um e outro? (CHEVALLARD, 2009, p. 15. tradução nossa)

Uma teoria que levanta questionamentos a respeito do saber permite investigar fatores como seu desenvolvimento, relações e legitimidade, tal como a distância que separa o saber escolar do saber científico. Desta maneira, Chevallard (2009, p. 16) define o exercício da vigilância epistemológica como o ato de, por meio da teoria da transposição didática, “reconsiderar, distanciar-se, interrogar as evidências, questionar ideias simples, livrar-se da enganosa familiaridade de seu objeto de estudo”.

De acordo com Civiero (2009, p. 27), a vigilância epistemológica é fundamental, a fim de não permitir que as deformações do processo de transposição, tal como a distância entre os saberes, degradem o saber sábio a ponto de que este produza um saber a ensinar reduzido e sem vínculos com o saber original, criando obstáculos para o processo de aprendizagem.

Este processo de transposição, em relação ao tratamento didático, pode ser mais bem compreendido por meio da confrontação entre as extremidades (Saberes), no sentido de avaliar a distância que os separa, tal como as problemáticas em relação ao contexto do saber sábio e ao contexto do saber a ensinar. Chevallard (2009, p. 23) utiliza destas problemáticas no sentido da análise didática e epistemológica.

A elucidação das fronteiras entre o sistema de ensino e a sociedade é importante a fim de verificar as distâncias entre os saberes. Caso o saber ensinado esteja muito distante do saber sábio, isto é, esteja totalmente desvinculado do saber que lhe deu origem, ocorre o desgaste biológico do saber, resultando na “recusa dos matemáticos [especialistas], o que minaria a legitimidade do projeto social, socialmente aceito e sustentado, de seu ensino” (2009, p. 30).

Por outro lado, existe a proximidade do saber a ensinar para com o saber banalizado, isto é, o saber comum dos pais e responsáveis, neste caso gerando o chamado desgaste moral. De acordo com Chevallard (2009, p. 30), “uma distância inadequada levaria a colocar em questão a legitimidade do projeto de ensino, degradando seu valor”.

Cabe destacar que a transposição didática ocorre em duas fases. A primeira fase, denominada transposição didática externa, é responsável por transpor um determinado objeto do saber em seu respectivo objeto a ensinar. Já a segunda fase, denominada transposição didática interna, ocorre dentro do sistema de ensino, como por exemplo na preparação de uma aula. Esta fase é responsável por transformar o objeto a ensinar em objeto de ensino.

Alguns requisitos da TD são definidos por Chevallard por meio das interpretações iniciais presentes no trabalho de Verret. Estes processos ficaram caracterizados como dessincretização, despersonalização, programabilidade, publicidade, controle social das aprendizagens e, por fim, a descontextualização. Em nosso trabalho, nos limitamos a

investigar os processos de despersonalização e descontextualização, os quais são conceituados a seguir.

O processo de despersonalização representa a “dissociação entre o pensamento, expresso como subjetividade, e suas produções” (CHEVALLARD, 2009, p. 71). Neste sentido, o saber é desvinculado daquele que lhe deu origem e articulado em função da intenção didática no sistema de ensino. Este processo se inicia já no âmbito científico, como na produção de artigos.

A descontextualização é definida por Chevallard (2009) como a “deslocação da rede de problemáticas e problemas que conferem um ‘significado’ completo” (p. 71). Desta maneira, é o movimento de desvinculação do contexto original do saber. O processo de descontextualização produz uma variação no saber, recontextualizado para um outro contexto ligado a novas problemáticas.

Vê-se que a Teoria da Transposição Didática se constitui como maneira de pensar a transformação do saber sábio em saber ensinado. Esse processo é considerado essencial, dada a necessidade de o saber responder a uma série de exigências próprias do sistema de ensino ao qual deverá integrar, mantendo, assim, a estabilidade deste sistema.

Tendo em vista a dificuldade de realizar uma TD que mantenha a publicidade do saber e, ao mesmo tempo, não descaracterize a história da ciência, evitando assim o uso de “pseudo-história” (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011), evidenciamos a necessidade de investigar as características da TD, de maneira a desenvolver materiais que discutam de modo contextualizado o conteúdo, mas ainda assim, garantam a autonomia do saber a ensinar.

Neste sentido, fazem-se essenciais trabalhos que visam exercer a vigilância epistemológica destes saberes, tal como a atualização necessária devido ao desgaste temporal. É neste sentido que se enquadra nosso trabalho, cujo foco é exercer a vigilância epistemológica no ensino do fenômeno na radioatividade.

III. Desenvolvimento do estudo

Para respondermos às questões de pesquisa, realizamos algumas ações investigativas. Inicialmente, procedemos a uma revisão de literatura em periódicos da área de ensino de física, em atas de congressos e em teses e dissertações para identificarmos os estudos já publicados que versam sobre a Transposição Didática de conteúdos físicos. Essa revisão foi apresentada na seção de introdução.

Após, escolhemos o saber de referência, etapa necessária afim de delimitar o saber alvo das transformações no processo de TD. Escolhemos como saber sábio a obra “Becquerel e a Descoberta da Radioatividade – Uma Análise Crítica”, de autoria de Roberto de Andrade Martins, que realiza um trabalho histórico sobre o tema, discutindo acerca do contexto das pesquisas e os diversos movimentos que proporcionaram a produção deste conhecimento. Além desta obra central, consultamos outros trabalhos, tanto históricos (GILMER, 2011;

SEGRÈ, 1987) quanto originais de cientistas (VILLARD, 1900; RUTHERFORD E SODDY, 1902).

Para escolha dos livros que compõem o saber a ensinar, optamos por analisar as obras pertencentes ao Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), relativo ao triênio de 2018-2020, pelo fato de serem a principal fonte de saber do ensino médio, além de serem distribuídas gratuitamente às escolas por meio do Fundo Nacional da Educação (FNDE) e, portanto, estarem presentes em grande parte do sistema de ensino.

Realizamos a leitura das 12 coleções que compõem o PNLD (2018-2020). Destas, 7 foram selecionadas com base nos seguintes critérios: 1) apresentação dos conteúdos a serem analisados (5 coleções não contemplam a Física das Radiações Ionizantes) e; 2) quantidade distribuída às escolas.

As coleções analisadas foram identificadas por: CD 01 – Bonjorno *et al.*, (2016); CD 02 – Barreto Filho e da Silva (2016); CD 03 – Válido *et al.* (2016); CD 04 – Yamamoto e Fuke (2016); CD 05 – Torres *et al.* (2016); CD 06 – Pietrocola *et al.* (2016); e CD 07 – Guimarães *et al.* (2016).

Em um primeiro contato com as coleções, as páginas que elucidam os tópicos foram destacadas dentre três categorias: a) Contextualização histórica: páginas que apresentaram alusões à História da Ciência; b) Aplicações: páginas que destacam aplicações dos conceitos trabalhados; e c) Definições: páginas voltadas à explicação de conceitos físicos, porém sem destacar aspectos das categorias anteriores. O quadro 1 sintetiza esse levantamento.

Quadro 1 – Páginas nas quais os conteúdos sobre Radioatividade se fazem presentes.

Código da Coleção	Páginas		
	Definições	Contextualização histórica	Aplicações
CD 01	239; 240-243; 247	239-240; 243; 248	195; 241; 248-249
CD 02	193; 230; 237-238	230	193; 237-238; 240
CD 03	163-164; 228-229; 232-233	164; 228; 238	163; 228; 233
CD 04	265-266; 270-272; 276-278	262; 265; 271,	271-272; 276-278
CD 05	136-138; 232-233; 236-240; 245	136-137; 232; 236	136-138; 176-177; 241; 245
CD 06	226-227; 229-233; 237	229-230	237; 243-244
CD 07	177; 220-223; 225-226; 231-232; 241	177; 220; 225; 229; 232; 241; 245-246	178; 225-229; 241

Em seguida, com base nas definições de Chevallard (2009), para os processos de despersonalização e descontextualização, e nos trabalhos apresentados na introdução,

definimos categorias para análise das coleções, a fim de descrevermos a maneira como ocorrem os processos da TD. Estas categorias são descritas no quadro 2.

Quadro 2 – Categorias para os processos de despersonalização e descontextualização.

Processo	Categoria	Definição
Despersonalização	Personalizado	Além dos pesquisadores de maior notoriedade acadêmica, são apresentados outros cientistas, como os citados anteriormente. Além disso, são apresentadas as motivações, biografias e concepções pessoais a respeito do saber
	Parcialmente despersonalizado	São apresentados apenas pesquisadores detentores de prêmios e responsáveis por investigações iniciais. Contudo, suas motivações e as relações pessoais com o saber são equivocadas ou pouco claras
	Totalmente despersonalizado	Não é feita nenhuma menção aos pesquisadores que contribuíram para a construção do saber
Descontextualização	Contextualizado	A Radioatividade é apresentada de maneira integrada aos saberes históricos que lhe deram origem. Podem ser evidenciadas as problemáticas que deram origem aos saberes, debates acadêmicos e pesquisas que culminaram na melhor compreensão do tema (superação de equívocos e surgimento de novas questões)
	Parcialmente descontextualizado	Algumas pesquisas são apresentadas, entretanto de forma não vinculada aos conceitos. Podem ser encontradas informações como: datas, experimentações e algumas repercussões dos resultados
	Totalmente descontextualizado	Não é feita nenhuma menção ao contexto histórico ou às pesquisas que deram origem ao saber

Em todas as análises procedemos às comparações entre trechos retirados do saber a ensinar (coleções didáticas) e trechos pertencentes ao saber sábio (obra de Martins e demais trabalhos já citados). No que se refere ao processo de descontextualização, este foi analisado a partir da textualização dos saberes históricos, na busca por elementos que remetesse ao contexto de produção do conhecimento. Neste primeiro momento, buscamos elucidar e comparar saberes históricos a respeito da produção do saber e evidenciar pesquisas que contribuíram para a melhor compreensão da Radioatividade ao longo dos anos.

No que diz respeito à despersonalização, essa foi analisada por meio da identificação dos cientistas e de suas contribuições, além de elementos que referissem às motivações e concepções pessoais, fundamentais para a produção do saber sábio. Em seguida, estes elementos foram comparados com o exposto pelo saber sábio e classificados frente às categorias apresentadas pelo quadro 2.

Os principais cientistas que contribuíram no estudo da radioatividade, presentes no saber sábio, são: a) Henri Poincaré – Conjectura de Poincaré; b) Gaston Henri Niewenglowski e Charles Henry – Relação entre radioatividade e luminescência; c) Henri Becquerel – Emissão espontânea de radiação por compostos de urânio; d) Gustave Le Bom – Ausência da polarização das radiações; e) Johann Elster e Hans Geitel – Ausência de excitação da radiação do urânio pela luz; f) Ernest Rutherford – Polarização e descoberta dos raios α e β ; g) Paul Ulrich Villard – Descoberta dos raios γ ; h) Gerhard Shimidt – Evidências de refração, ausência de polarização e estudo do método elétrico para investigação da radioatividade; i) Johann Elster e Hans Geitel – Ausência do aumento da emissão quando submetido à luz solar; j) Joseph John Thomson – Efeitos elétricos da radiação; k) Marie Curie - Estudo sobre elementos radiativos; l) Fritz Giesel – Deflexão da radiação β por campos magnéticos e; m) Claude-Félix-Abel Niepce de Saint-Victor – Estudo sobre fenômenos relacionados à radioatividade anos antes de Becquerel.

Destacamos que o afastamento entre o saber a ensinar do contexto da origem do saber sábio, gerado pelos processos de despersonalização e descontextualização, pode descaracterizar este saber, de maneira a propagar equívocos acerca da história e da filosofia da ciência.

Por alterar os aspectos mais intrínsecos da origem e do desenvolvimento de um conceito, a transposição didática externa acaba modificando também certas características epistemológicas; com a ressincretização, outros aspectos serão atribuídos ao conhecimento científico (CORDEIRO; PEDUZZI, 2013).

Para analisar a ocorrência de possíveis imagens deformadas do trabalho científico, recorreremos ao artigo de Gil-Pérez *et al.* (2001). Este trabalho apresenta um levantamento das principais visões equivocadas presentes no imaginário de professores, chegando a um conjunto de sete visões deformadas, resumidas no quadro a seguir. As definições foram utilizadas como categorias balizadoras para a última questão norteadora, de maneira que a comparação entre trechos do saber sábio e do saber a ensinar permitiu evidenciar possíveis distorções na imagem da ciência.

Quadro 3 – Imagens deformadas acerca do trabalho científico de acordo com Gil-Pérez *et al.* (2001).

Visões	Definição
Concepção empiricoindutivista e ateorica	O saber científico é resultado de observações e atividades experimentais neutras, de forma que hipóteses e conhecimentos prévios não se mostram importantes para os resultados
Visão rígida (algorítmica, exata, infalível, ...)	O saber científico é balizado por um “método científico” bem definido e exato, de maneira a ignorar elementos como a criatividade, ao carácter tentativo, à dúvida.

Visão aproblemática e ahistórica (portanto, dogmática e fechada)	O saber científico não se faz vinculado aos problemas e ao momento histórico ao qual pertence, portanto, é livre de problemáticas vinculadas ao seu contexto de origem
Visão exclusivamente analítica	O saber científico é parcelado em diferentes subáreas, de forma a ignorar o trabalho de unificação destes saberes
Visão acumulativa de crescimento linear	O saber científico é formado por meio do acúmulo de conhecimento, de forma que as pesquisas complementam ou somam conhecimento às anteriores, ignorando a relevância das quebras de paradigma
Visão individualista e elitista	O saber científico é fruto de poucos gênios isolados, de forma a ignorar a importância dos diálogos e trocas de conhecimento dentro da academia científica
Visão socialmente neutra da ciência	A busca pelo novo conhecimento é vista como isenta de fatores político-sociais, ou seja, a atividade científica e os cientistas são neutros aos anseios e às necessidades sociais

IV. Análise da Transposição Didática

Destacamos, para cada uma das obras, aspectos referentes à despersonalização e descontextualização, seguidos de comentários que consideramos pertinentes. Abaixo segue as particularidades de cada coleção.

IV.1 Análise da CD 01

A radioatividade é introduzida na obra por meio de uma narrativa das pesquisas e descobertas que impulsionaram o conhecimento científico sobre o tema.

A descoberta da radioatividade aconteceu em maio de 1896. O físico francês Antoine Becquerel apresentou à Academia de Ciências de Paris um documento em que relatou seus trabalhos com minérios que continham sais de urânio. Ele afirmou que esses compostos emitiam radiações que decompunham os sais de prata das chapas fotográficas, causando nelas escurecimento, mesmo quando estavam protegidas por papel opaco e em ambiente sem iluminação. Comentou, ainda, que essas radiações eram capazes de atravessar certos materiais como papel, alumínio, cartolina e outros. Becquerel verificou que essas radiações eram distintas do raio X (BONJORNO et al., 2016, p. 239).

O trecho apresenta apenas algumas das primeiras observações de Becquerel sobre a radioatividade, não sendo possível evidenciar as contribuições subsequentes, responsáveis por modificar grande parte dos resultados encontrados por Becquerel.

Em seguida, a coleção disponibiliza uma breve descrição dos trabalhos de Marie e Pierre Curie. É apresentada a descoberta da radiação do tório e os trabalhos que levaram aos novos elementos Rádio e Polônio. Além da descoberta dos novos elementos, Marie e Pierre são mencionados como responsáveis pelos estudos que levaram à compreensão da ionização de gases pela radioatividade. As pesquisas apresentadas na coleção correspondem, de fato, aos

trabalhos relatados pelo saber sábio, porém, centrado apenas na pesquisadora, não levando em consideração o desenvolvimento acadêmico.

Ao final de 1897, a polonesa radicada em Paris, Marie Salomea Sklodowska (1867-1934), licenciada em Ciências Físicas (1893) e Ciências Matemáticas (1894), ficou impressionada com a descoberta de Becquerel e iniciou com Pierre Curie (1859-1906) um imenso e exaustivo trabalho de investigação sobre essa radiação. (BONJORNO et al., 2016, p. 239)

O trecho acima destacado desenvolve uma relação direta entre as primeiras observações de Becquerel e as motivações de Marie Curie. Entretanto, Martins (2012, p. 230) aponta que “Henri Becquerel havia descoberto *dois anos antes* que o urânio emitia radiações penetrantes”, além disso, “Marie Curie tinha uma interpretação muito pessoal sobre o trabalho de Becquerel, que não correspondia à explicação usual”. Vemos as motivações da pesquisadora são reduzidas de um quadro mais amplo e pessoal, para uma simples continuação dos trabalhos de Becquerel, aspectos da despersonalização do saber.

Notamos que, ao longo da apresentação dos conteúdos, a textualização da CD 01 se caracteriza de maneira a apresentar considerações históricas na introdução de novos conceitos, entretanto, sem articular os saberes com os conteúdos trabalhados. Desta forma, o saber se mostra parcialmente descontextualizado.

Ainda, a obra apresenta, em toda sua extensão, tópicos referentes às aplicações das radiações ionizantes, além de fotografias que retratam pesquisadores e laboratórios. Estes aspectos remontam a intencionalidade didática da coleção ao trabalhar a radioatividade vinculada às aplicações tecnológicas, em detrimento de saberes históricos.

No que diz respeito à despersonalização, evidenciamos os seguintes cientistas a) Antoine Becquerel; b) Marie Curie e Pierre c) Ernest Rutherford. Ao comparar os cientistas citados na CD 01 com aqueles apresentados no saber de referência, constatamos o afastamento entre os saberes, uma vez que não são destacadas contribuições e cientistas importantes para as pesquisas acerca da radioatividade. Desta maneira, a obra se mostra parcialmente despersonalizada.

IV.2 Análise da CD 02

O conteúdo se inicia por meio de explicações conceituais acerca do decaimento radioativo. Apenas um parágrafo remete aos acontecimentos que levaram à descoberta da radioatividade, como destacado no trecho abaixo. Em um segundo momento são apresentados Pierre Curie e Marie Curie, porém, sem especificar suas contribuições.

As primeiras observações desse fenômeno foram feitas por Henri Becquerel (1852-1908), que percebeu que sais de urânio colocados sobre uma placa fotográfica no escuro provocam uma alteração nessa placa (SILVA; BARRETO, 2016, p. 230).

Martins (2012) apresenta um trecho no qual Becquerel narra os procedimentos que o levaram a concluir sobre os raios do urânio, apresentado abaixo. Na comparação entre os saberes notamos que as hipóteses, os percalços, os procedimentos e resultados da investigação são excluídos no processo de transposição, parte da descontextualização sofrida pelo saber.

[...] Este foi o modo pelo qual fui levado a fazer essas observações: entre os experimentos precedentes, alguns foram preparados na quarta-feira, 26, e na quinta-feira, 27 de fevereiro; e como, nesses dias o Sol apareceu apenas de modo intermitente, guardei os experimentos que havia preparado e coloquei as chapas com os envoltórios na obscuridade da gaveta de um móvel, deixando os flocos de sal de urânio em seu lugar. Como o Sol não apareceu novamente nos dias seguintes, no dia 1 de março eu revelei as chapas fotográficas, esperando encontrar imagens muito fracas. Pelo contrário, as silhuetas apareceram com uma forte intensidade. Eu logo pensei que a ação devia ter continuado na obscuridade [...]. (BECQUEREL, 1896, p. 502 *apud* MARTINS, 2012, p. 108).

Os demais tópicos trabalhados pela coleção não fazem qualquer menção a saberes históricos, tratados de maneira conceitual e com auxílio de imagens e tabelas. Entendemos que a obra escolheu por abordar os demais conteúdos de maneira totalmente descontextualizada.

A análise da obra permite comprovar que a coleção optou por centralizar as discussões em torno dos conceitos e suas aplicações, tendo mencionado apenas a contribuição de Becquerel de maneira introdutória, não discutindo a trama científica em consequência das pesquisas. Por fim, podemos afirmar que a despersonalização ocorre de maneira total, uma vez que apenas Becquerel teve sua contribuição elucidada, porém desvinculada de sua personalidade.

IV.3 Análise da CD 03

Inicialmente são apresentadas concepções a respeito das radiações alfa, beta e gama. Apenas o trecho a seguir remete ao contexto de produção do saber.

“Rutherford identificou dois tipos diferentes de radiação emitidos pelo urânio e analisou a capacidade que essas radiações apresentam de penetrar a matéria”. (VÁLIO *et al.*, 2016, p. 164).

Ao mencionar Rutherford, a coleção não apresenta os métodos utilizados pelo pesquisador, tampouco suas motivações, deslocando por meio da descontextualização a problemática que deu origem ao saber. Em seguida, são trabalhadas aplicações tecnológicas, com exemplos da radioterapia e da cintilografia.

A radioatividade volta a ser discutida a partir das contribuições de Becquerel, em meio ao tópico “Física nuclear”. Apesar de descrever parte do método de pesquisa, as motivações do pesquisador são atreladas às pesquisas de Röntgen sobre os raios X. Martins

(2012) aponta que a principal motivação de Becquerel foi a conjectura de Poincaré, ignorada pela obra.

Poincaré conjecturou que talvez houvesse alguma relação entre a emissão de raios X e a fluorescência do vidro. Ele não publicou sua hipótese nos Comptes Rendus da Academia, mas ela apareceu em uma revista científica popular (Révue Générale des Sciences) dez dias depois, tornando-se amplamente conhecida. (MARTINS, 2012, p. 92)

Chamaremos essa hipótese, daqui por diante, de “conjectura de Poincaré sobre os raios X” ou, mais simplesmente, “conjectura de Poincaré”. [...] Ela foi a fonte do trabalho de Becquerel com urânio (MARTINS, 2012, p. 92).

Como efeito da descontextualização, ao relatar os resultados de Becquerel, a obra parece resumir suas pesquisas a uma busca por novos elementos emissores de radiações, obtendo resultados positivos com os compostos de urânio, de forma a omitir aspectos como: o histórico da família Becquerel em pesquisas com estes compostos e as contribuições de outros pesquisadores referentes à natureza da radioatividade.

Os resultados obtidos por Becquerel mostravam que a maioria dos elementos testados não sensibilizavam o filme. Apenas o urânio emitia radiação sem que fosse necessário nenhum tipo de ação externa (VÁLIO et al., 2016, p. 228).

Em seguida são apresentados Gerhard Carl Schmidt, Pierre Curie e Marie Curie, como responsáveis pela descoberta de novos compostos com propriedades radioativas. Entretanto, as demais contribuições destes cientistas não são elucidadas, como as inferências a respeito da natureza da radioatividade ou as pesquisas relacionadas à capacidade de ionização, efeitos do processo de despersonalização.

Destaca-se que, ao abordar os efeitos biológicos das radiações, a obra faz uma breve menção histórica, de forma a elucidar que “os efeitos da radiação ainda não haviam sido identificados, e muitos cientistas sofreram as consequências da exposição à radiação durante anos de pesquisa em laboratórios” (VÁLIO et al., 2016, p. 232). O termo “muitos cientistas” aponta para o movimento de despersonalização do trecho, uma vez que os cientistas vítimas da exposição à radiação não são elucidados.

Por fim, a obra escolhe por utilizar quadros complementares ao discorrer sobre aspectos contextualizadores do saber, como ao apresentar parte das dificuldades vividas por Marie Curie, em um texto denominado “O prêmio Nobel e Madame Curie”, descolando da textualização central aspectos relacionados à produção do saber.

A textualização presente na obra não ignora a produção do saber sábio. Perante isso, entendemos que o texto central se mostra parcialmente descontextualizado, uma vez que não são aprofundadas as pesquisas originais.

Ao longo da obra, apenas cientistas relacionados às primeiras observações podem ser elucidados, sendo eles: a) Antoine Becquerel; b) Gerhard Carl Schmidt, Marie Curie e Pierre

Curie; c) Ernest Rutherford. Constatamos a despersonalização ocorre de maneira parcial, excluindo as motivações e as relações pessoais dos cientistas com os saberes.

IV.4 Análise da CD 04

Inicialmente, a obra apresenta o projeto Manhattan e algumas aplicações médicas das radiações. Este tópico é destinado a discutir aspectos relacionados à natureza da ciência, especificamente à neutralidade da ciência, na busca de debates sobre o tema.

Em seguida, são elucidados os cientistas Henri Becquerel, Marie Curie, Pierre Curie. A coleção estabelece uma relação direta entre os estudos de Becquerel e as descobertas posteriores do casal Curie.

Em 1896, o físico francês Henri Becquerel percebeu que minérios contendo o elemento químico urânio, descoberto no final do século XVIII, emitiam um tipo de radiação, escurecendo chapas fotográficas não veladas. Percebendo que o fenômeno se devia exclusivamente ao urânio, o próximo passo dos pesquisadores para avançar na investigação era purificar o minério. (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 265)

Entretanto, Marie Curie, a principal cientista responsável por purificar a pechblenda, afirma que se motivou na possibilidade de existência de um novo minério, diferente do urânio, capaz de emitir radiações penetrantes, como destacado abaixo.

Tornou-se então muito provável que, se a pechblenda, a calcolita e a autunita possuem uma atividade tão forte, é porque essas substâncias contêm em pequena quantidade uma matéria fortemente radioativa e diferente do urânio, do tório e dos corpos simples atualmente conhecidos (CURIE 1899, p. 43 apud MARTINS, 2012, p. 287).

As motivações de Marie Curie apresentadas pelo saber a ensinar diferem das motivações elencadas pelo saber sábio. Esta mudança nas justificativas de uma pesquisa científica é compreendida como parte do processo de despersonalização, ao modificar as relações entre o pesquisador e suas pesquisas.

Percebemos, também, que a obra não descreve aspectos importantes da pesquisa realizada pelo casal, como destacado no trecho abaixo. Dessa maneira, o processo de descontextualização transforma as complexas contribuições dos Curie em uma busca por novos elementos radioativos em função dos trabalhos de Becquerel.

Eles não propuseram a concepção atualmente aceita de radioatividade (como processo de desintegração atômica), mas a partir de uma série de analogias e de hipóteses novas, afastaram-se da linha de interpretação de Henri Becquerel e foram capazes de desenvolver um método frutífero de investigação e descoberta de novos elementos radioativos (MARTINS, 2012, p. 227).

Em seguida são apresentados Ernest Rutherford e Frederick Soddy, ao elucidar a metodologia utilizada e os resultados obtidos, como destacado nos trechos abaixo.

Em que consistia essa propriedade? Ernest Rutherford mostrou, em 1919, que as radiações provinham dos núcleos dos átomos, e não guardavam qualquer relação com a eletrosfera (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 265).

Em 1911, Rutherford usou uma amostra do recém-descoberto polônio para bombardear a folha fina de ouro; após um determinado tempo, parte da amostra de polônio se transformava em chumbo. Em parceria com Frederick Soddy, Rutherford desvendou a natureza dessas radiações, que na verdade eram partículas do núcleo compostas de 2 prótons e 2 nêutrons (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 265).

A obra minimiza o processo de descontextualização do saber ao apresentar aspectos importantes da construção do conhecimento. Entretanto, o processo de despersonalização se faz presente, uma vez que as relações entre os cientistas e as pesquisas não são trabalhadas.

Em um próximo tópico, ao descrever a datação por isótopos, a obra faz menção a Willard F. Libby, pesquisador responsável pela origem do saber. No entanto, não são elucidados os desdobramentos da pesquisa ou as relações desta com o pesquisador, caracterizado apenas como uma curiosidade histórica do saber sábio.

Por fim, evidenciamos que recursos matemáticos, como equações e gráficos, são fundamentais ao longo da coleção, em temas nos quais as demais obras não utilizam, como as radiações alfa, beta e gama. Ainda, aplicações tecnológicas dos conceitos ganham bastante ênfase na coleção. Perante isso, na textualização dos saberes, restou à história da ciência introduzir os conteúdos.

No que diz respeito à despersonalização, identificamos os seguintes pesquisadores: a) Antoine Becquerel; b) Marie Curie e Pierre Curie; c) Irene Joliot-Curie e Frédéric Joliot-Curie; d) Ernest Rutherford; e) Frederick Soddy; e f) Willard F. Libby. A obra apresenta cientistas não trabalhados pelas demais coleções, como Frederick Soddy e Willard F. Libby. Ainda, em um quadro denominado “A física na história”, é apresentada uma biografia de Marie Curie. Desta forma, a despersonalização se faz de maneira parcial na coleção.

IV. 5 Análise da CD 05

A CD 05 inicia com a apresentação das radiações α , β e γ , a partir de observações feitas por Rutherford. No que diz respeito às radiações gama, estas não são atribuídas ao pesquisador, uma vez elucidado que “Um ano mais tarde descobriu-se um terceiro tipo: os raios gama (γ)” (TORRES *et al.*, 2016, p. 232). As primeiras observações sobre a radiação gama foram descritas por Villard (1900). Evidenciamos que esse cientista foi excluído da textualização devido ao processo de despersonalização.

O tema é retomado a partir das pesquisas de Antoine Henri Becquerel. O trecho abaixo, reproduzido da obra, apresenta a descoberta de Becquerel como motivadora de diversas pesquisas.

A descoberta da radioatividade natural em compostos de urânio, por Becquerel, despertou um enorme interesse dos cientistas no final do século XIX e início do XX, na tentativa de entender essas estranhas radiações (TORRES et al., 2016, p. 232).

Entretanto, as pesquisas de Becquerel são decorrentes das investigações de Röntgen, tal como da conjectura de Poincaré (Martins, 2012, p. 92). Por outro lado, é importante destacar que, anos depois, pesquisas realizadas por outros pesquisadores, como Marie Curie e, independentemente, Gerhard Schmidt trouxeram nova importância ao tema para a academia científica da época, como destacado abaixo. Portanto, há um afastamento do saber a ensinar para com o saber sábio, no que diz respeito ao contexto histórico trabalhado.

Como já foi mostrado, após o primeiro ano de estudos a investigação da radiação do urânio não proporcionava mais nenhum resultado interessante. Pouquíssimas pessoas se interessaram pelo assunto [...]. O próprio Becquerel foi se desinteressando pelo assunto e nunca chegou a fazer uma busca sistemática de outros materiais que tivessem propriedades semelhantes aos compostos do urânio (MARTINS, 2012, p. 228).

Após algumas páginas, a obra volta a se referir a Becquerel: “Após cuidadosas observações, sob condições controladas, ele concluiu que se tratava de um novo tipo de radiação” (TORRES et al., 2016, p. 236). Entretanto, Martins (2012) volta-se a descrever diversos erros cometidos pelo pesquisador, causados por fatores diversos, corrigidos posteriormente por outros pesquisadores. Dessa maneira, a comparação entre os saberes denota uma expressa descontextualização do saber sábio.

A pesquisa experimental de Becquerel sobre o fenômeno que atualmente chamamos de radioatividade estava repleta de erros importantes. [...] No estudo da radiação do urânio – como também no caso dos raios N – Henri Becquerel mostrou-se um observador descuidado e talvez desonesto, extraviado por suas preconceções (MARTINS, 2012, p. 225).

Na sequência, são apresentadas as descobertas do polônio e do rádio, realizada por Marie e Pierre Curie, entretanto, a discussão não é aprofundada. Em um quadro complementar, a obra apresenta uma biografia de Marie Curie. Portanto, aspectos contextualizadores são descolados da textualização principal para um quadro complementar, ficando a critério do professor utilizá-lo em sala.

A obra se mostra parcialmente descontextualizada, uma vez que os processos de produção do conhecimento são retomados em alguns pontos, em grande parte ao introduzir novos conteúdos, porém com diferenças notórias para com o saber sábio. Ainda, equações,

formulações e gráficos, assumem papel fundamental na obra, permeando grande parte dos temas abordados.

No que diz respeito à despersonalização, são apresentados os seguintes cientistas: a) Antoine Becquerel; b) Marie Curie e Pierre Curie c) Ernest Rutherford. Nota-se que tais nomes são relacionados às primeiras observações, ainda, pouco é trabalhado a respeito de suas motivações e relações com o saber, com exceção de Marie Curie, a qual é destinada uma biografia em texto complementar. Perante isso, a obra se faz parcialmente despersonalizada do contexto de origem.

IV.6 Análise da CD 06

O fenômeno da radioatividade é introduzido na CD 06 por meio de Henri Becquerel, dito responsável por observar radiações análogas aos raios X nos sais de urânio. Nota-se a inserção de considerações a respeito de Abel Niépce de Saint-Victor, por observar o fenômeno anos antes de Becquerel.

Essa não foi a primeira vez que se impressionavam chapas fotográficas com as radiações de sais de urânio. Trinta anos antes. O físico e químico Abel Niépce de Saint-Victor (1805-1870) já havia feito essa mesma descoberta, mas na época ainda não existiam conhecimentos que permitissem obter conclusões sobre isso (PIETROCOLA et al., 2016, p. 229).

A CD 06 é a única coleção a integrar as pesquisas de Niépce, o que a diferencia das demais, em relação ao conteúdo histórico. Entretanto, o trecho apenas relata as pesquisas, sem discutir o processo de construção do conhecimento, ou então as características de uma descoberta.

Martins (2012, p. 332) descreve que Niépce buscava investigar a permanência do fenômeno da fosforescência em alguns materiais após horas de exposição solar. Para tanto, ele utilizou chapas fotográficas como método de investigação. Diversas observações foram feitas, como a influência do calor, os tipos de papel impresso e a penetrabilidade dessa radiação em alguns materiais (incluindo nitrato de urânio e ácido tartárico). O cientista concluiu se tratar de “uma radiação invisível a nossos olhos” (NIÉPCE DE SAINT-VICTOR, 1861, p. 59 *apud* MARTINS, 2012, p. 338).

Apesar de apresentar o cientista, a TD dos trabalhos de Niépce, se faz parcialmente descontextualizada, excluindo informações como a metodologia utilizada, os impactos da descoberta e as contribuições do cientista. Pensamos que a menção ao cientista não se faz suficiente para discutir as suas contribuições, tampouco podem ser encontrados elementos sobre a natureza da ciência.

Em seguida, a CD apresenta uma discussão intitulada “Os efeitos colaterais da ciência de ponta”, na qual apresenta considerações sobre radioatividade e a importância de

Marie e Pierre Curie para a compreensão da transmutação atômica (PIETROCOLA *et al.*, 2016, p. 229).

Martins (2012, p. 270) também aponta a importância implícita dos trabalhos de Marie a fim de compreender a radioatividade como uma propriedade atômica. Ainda, segundo Martins (2012, p. 270) “não havia sido feita ainda nenhuma suposição de que estivesse ocorrendo alguma transformação dos átomos”. Segrè descreve o modo como o conceito de transmutação foi introduzido por meio das contribuições de Ernest Rutherford.

Rutherford e Soddy esclareceram toda a complexa fenomenologia, reduzindo-a à norma fundamental segundo a qual cada átomo radioativo tem uma probabilidade definida (constante no tempo) de desintegrar-se espontaneamente em uma unidade de tempo. [...] Foi uma ideia brilhante e revolucionária, mas nela estava contida a transmutação de átomos, algo que até mesmo Rutherford hesitava em mencionar, porque soava muito parecido com alquimia (SEGRÈ, 1987, p. 57).

Observa-se características tanto despersonalizadoras, pelo movimento de realocação dos cientistas, quanto descontextualizadores, por não aprofundar a trama do desenvolvimento científico. Em seguida, a coleção retoma outras contribuições de Marie e Pierre Curie.

Pela ionização do ar eles determinaram a intensidade de radiação de elementos radioativos. Assim, examinaram todos os elementos químicos conhecidos na época, descobrindo que outros elementos além do urânio emitiam radiação espontânea. No dia 12 de abril de 1889, publicaram na academia de Ciências de Paris que o tório apresenta características semelhantes ao urânio (PIETROCOLA *et al.*, 2016, p. 229).

De acordo com Martins (2012), e em contrapartida ao trecho apresentado, os cientistas não estavam interessados em medir a radioatividade de todos os materiais conhecidos, mas sim em compreender a anomalia apresentada pela atividade inesperada da pecheblenda.

Não foi uma busca sistemática, examinando todos os elementos químicos conhecidos, que levou à descoberta da radioatividade do tório. [...] Foi o estudo de um mineral do urânio (pecheblenda) que levou à descoberta de uma anomalia que precisava ser explicada, e a partir daí era natural testar todos os elementos contidos nesse mineral – e isso foi o que levou ao exame do tório (MARTINS, 2012, p. 282).

Verifica-se a descontextualização do saber de origem, o que pode levar a uma interpretação equivocada dos trabalhos desenvolvidos pelo casal de cientistas ao ignorar aspectos fundamentais para a ciência, como o papel das hipóteses e a diversidade e escolha adequada dos métodos de investigação.

Vale destacar que, em um quadro complementar, é proposta uma atividade de pesquisa e debate a respeito dos riscos das radiações. Neste quadro são apresentados cientistas envolvidos no desenvolvimento de tecnologias a partir da física nuclear. O caráter da atividade é complementar e, portanto, fica a cargo do professor a realização. Porém, contribui de maneira significativa para a contextualização do tema.

Destacamos que a obra se apresenta em consonância com o saber sábio. A textualização do saber a ensinar, embora apresente distanciamentos com o saber de origem, remete diversas vezes ao contexto de produção do conhecimento, mediante relatos e citações de outras obras, afastando aspectos reducionistas do saber.

No geral, a CD se faz parcialmente descontextualizada, tal como parcialmente despersonalizada. Assim como as demais obras, as referências ao contexto histórico se limitam a determinados momentos. Os cientistas evidenciados ao longo do tema, foram: a) Antoine Becquerel; b) Abel Niépce de Saint-Victor; c) Marie Curie e Pierre; d) Ernest Rutherford.

IV.7 Análise da CD 07

Inicialmente, Guimarães, Piqueira e Carron (2016, p. 177) apresentam Becquerel pelos trabalhos relacionados à espontaneidade da emissão radioativa. Ainda, a CD 07 resume as contribuições Marie Curie a uma busca por novos elementos radioativos, aspecto reducionista das contribuições da pesquisadora, como destacado na coleção anterior.

Rutherford é acrescido ao texto, por meio de suas descobertas em relação à radiação alfa, beta e gama, como podemos observar mediante a leitura do trecho reproduzido abaixo.

As pesquisas realizadas pelo físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937), em 1898, levaram à identificação de três tipos de radiação na radioatividade, as quais foram denominadas alfa (α), beta (β) e gama (γ) (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2016, p. 177).

Entretanto, fora Villard (1900) o responsável pelas primeiras observações da radiação gama, sendo nomeada por Rutherford anos à frente. O fato denota o movimento de descontextualização, deslocando as pesquisas de Villard de forma a centrar a história na figura de Rutherford.

Os conteúdos sobre radioatividade são retomados páginas à frente, momento no qual a coleção aponta que Becquerel “identificou três partes de radiações diferentes nos chamados “raios urânicos”, denominados, atualmente, de radiação α , radiação β e radiação γ .” (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2016, p. 220). Vê-se que a descoberta das radiações alfa, beta e gama é hora associada a Rutherford, hora associada a Becquerel, o que demonstra divergência na textualização.

Dentre as discussões referentes às aplicações tecnológicas do saber, pode ser encontrada uma breve menção a Willard F. Libby por desenvolver a técnica de datação por

carbono e, conseqüentemente, receber o prêmio Nobel. Em um quadro complementar a obra realiza discussões referentes à transmutação artificial, com contribuições de Rutherford, Irène Joliot-Curie e Jean-Frédéric Joliot-Curie para o tema em questão.

As pesquisas de bombardeamento de boro, alumínio e magnésio com partículas alfa realizadas pelo casal Joliot-Curie, em 1934, mostraram que os produtos de algumas reações nucleares eram radioativos. Isso conduziu para a criação da radioatividade artificial. Pela síntese dos novos isótopos radioativos, o casal recebeu o Prêmio Nobel de Química em 1935 (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2016, p. 232).

A textualização relata descobertas importantes para a ciência do século XX. Apesar de apresentar apenas cientistas amplamente reconhecidos na comunidade científica, é notório a contextualização histórica na discussão, minimizando os impactos do processo de descontextualização.

Apenas a CD 07 comenta a respeito das pesquisas desenvolvidas pelo casal Joliot-Curie. Entendemos que o tema não se enquadra nas intenções didáticas das demais obras analisadas.

Por fim, em um quadro complementar denominado “Em construção”, é apresentada uma biografia de Marie Curie e outra de sua filha, Irène Joliot-Curie. Notamos a contextualização do saber de origem frente às pesquisas das cientistas, havendo preferência a informações que contribuíram diretamente para a formação acadêmica.

Vê-se que a coleção busca, por meio de textos complementares, discutir informações referentes à história da ciência, pouco exploradas ao trabalhar os conceitos físicos. Dessa maneira, fica sob opção dos professores, ao realizarem a transposição didática interna, incluírem estes saberes. Tanto o processo de despersonalização quanto de descontextualização ocorrem de maneira parcial na obra.

No que diz respeito à despersonalização, os cientistas mencionados ao longo da coleção, foram: a) Antoine Becquerel; b) Marie Curie e Pierre Curie; c) Ernest Rutherford; d) Willard F. Libby; e) Irène Joliot-Curie e Jean-Frédéric Joliot-Curie.

IV.8 Síntese dos resultados obtidos

Quanto ao processo de descontextualização, todas as coleções analisadas fazem alguma menção ao contexto de produção do conhecimento. Entretanto, notamos diferenças para com o saber sábio de maneira a dificultar discussões aprofundadas a respeito das contribuições históricas.

Antoine Henri Becquerel é apresentado por todas as coleções como responsável por descobrir o fenômeno da radioatividade. Por outro lado, não foram encontradas menções à proximidade da família Becquerel para com os compostos de urânio ou a conjectura de Poincaré, ambos fatores determinantes para as pesquisas do cientista e fundamentais para a compreensão do contexto de produção do saber.

Ainda, os erros cometidos por Becquerel não foram elucidados. Assim, não é possível percebermos, mediante a leitura das coleções, a narrativa de Martins (2012) sobre a descoberta da radioatividade. As coleções apresentam uma visão exclusivamente otimista do desdobramento científico, livre de erros e inferências por parte dos cientistas e pautado em um método científico sólido, o que não corresponde com as argumentações do saber sábio adotado.

No que diz respeito à Marie Curie e Pierre Curie, destacamos a ausência de fatores históricos determinantes para as pesquisas, como: as questões de estudo relacionadas às anomalias na emissão de radiação por determinados materiais, o intervalo de tempo entre as pesquisas de Becquerel e dos trabalhos realizados pelo casal e o interesse acadêmico sobre o fenômeno da radioatividade no momento das pesquisas de Marie.

Nas coleções analisadas, os trabalhos de Marie Curie são reduzidos a uma busca empírica sistemática por novos elementos radioativos, sem a influência de hipóteses ou do contexto ao qual a cientista estava inserida. Como discutido ao longo das análises, Martins (2012, p. 227) aponta que esta visão se mostra equivocada historicamente, uma vez que as pesquisas dos Curie contribuíram não só com a identificação de novos elementos, mas também foram fundamentais para o aprofundamento dos saberes acerca da Radioatividade.

Por sua vez, as pesquisas de Rutherford para compreensão da natureza das radiações alfa, beta e gama não são aprofundadas, uma vez que ele é citado apenas como descobridor dos raios, entretanto sem elucidar quaisquer elementos que contextualize o saber, como suas motivações, métodos ou os impactos da pesquisa.

Destacamos que a inserção de aspectos históricos, quando feita, ocorre durante a introdução de novos conteúdos ou em quadros ditos “complementares”, de maneira dissociada dos conceitos debatidos. Portanto, as discussões sobre história da ciência não ocorrem de maneira a permear discussões, mas sim a cargo de gerar interesse nos alunos ou suprir determinadas curiosidades.

Tal como apontado pelos autores nos textos de apresentação das coleções analisadas, há uma intenção consensual de alcançar uma abordagem voltada para as aplicações do saber, fazendo-se presente, em todas as obras analisadas, discussões sobre os benefícios e malefícios das tecnologias baseadas na radioatividade. Perante isso, o saber sábio é retirado de seu contexto de produção e reformulado para um novo contexto baseado na intenção didática das coleções.

Quanto ao processo de despersonalização, apenas alguns dos cientistas destacados na seção de metodologia são mencionados nas coleções, em geral, ganhadores de prêmios Nobel e envolvidos com as primeiras observações, em detrimento dos demais pesquisadores que contribuíram ao longo da história com o desenvolvimento do saber. No quadro 4 registramos os pesquisadores elucidados nas coleções analisadas.

Quadro 4 – Cientistas identificados nas coleções.

	CD 01	CD 02	CD 03	CD 04	CD 05	CD 06	CD 07
Antoine Becquerel	X	X	X	X	X	X	X
Abel Niépce de Saint-Victor	--	--	--	--	--	X	--
Marie Curie e Pierre Curie	X	X	X	X	X	X	X
Gerhard Carl Shmidt	--	--	X	--	--	--	--
Ernest Rutherford	X	--	X	X	X	X	X
Frederick Soddy	--	--	--	X	--	--	--
Irene Joliot-Curie e Frédéric Joliot-Curie	--	--	--	X	--	--	X
Willard F. Libby	--	--	--	X	--	--	X

A textualização das obras não trabalha as relações entre o saber e os cientistas responsáveis pelas pesquisas, uma vez que motivações, hipóteses, inferências e equívocos são ignorados pelo saber a ensinar. Entretanto, as CDs 03, 04, 05 e 07 apresentam quadros complementares sobre a biografia de Marie Curie. Já a CD 07 apresenta também a filha da pesquisadora, Irène Joliot-Curie. Este movimento reduz o impacto da despersonalização nas obras, uma vez que se faz presente elementos sobre a vida das pesquisadoras, o que permite maior compreensão de suas relações com as pesquisas desenvolvidas.

Portanto, os processos de descontextualização e despersonalização ocorrem de maneira parcial nas coleções, tendo em vista as diferenças entre o saber sábio e o saber a ensinar. As modificações aqui relatadas se fazem necessárias para que um saber se torne apto a ocupar lugar no sistema de ensino, entretanto, devemos nos ater aos constrangimentos que estes processos podem gerar à imagem da ciência.

V. Imagens deformadas do trabalho científico

Nesta seção discutimos possíveis concepções acerca do trabalho científico ocasionado pela TD. Para tal, como apontado na metodologia do trabalho, utilizaremos as imagens deformadas do trabalho científico apontadas por Gil-Perez *et al.* (2001), como categorias para explicitar a concepção de ciência que permeia o tópico da radioatividade.

No que diz respeito às visões “empírico-indutivista e ateórica”, “rígida” e “aprobemática e ahistórica”, estas podem incorrer devido à retirada do contexto que levou à descoberta dos conceitos. A retirada parcial do saber de seu contexto de origem, na qual algumas informações históricas são mantidas, pode levar à concepção de que todo o processo está retratado na textualização do saber a ensinar, este, desvinculado de informações como motivações, hipóteses, questões de estudos e fundamentações teóricas.

Em nenhuma das coleções pode ser evidenciado, como exemplo, questões a respeito da conjectura de Poincaré, ou então ao espanto do casal Curie em relação à radioatividade da

pecheblenda, ambas informações fundamentais para se compreender o contexto da época e, o que de fato os cientistas buscavam responder em suas pesquisas, além de fornecer subsídios para discutir aspectos de uma ciência baseada em hipóteses e municiada de variados métodos de investigação.

Ainda, a redução dos trabalhos de Marie a uma “busca por novos elementos radioativos”, como elucidado nas CDs 06 e 07, concebe a visão de um método científico pronto, pautado em sucessivas repetições e livre de interferência por parte dos pesquisadores. De acordo com Martins (2012, p. 312) “é possível perceber a delicada combinação de hipóteses e trabalho experimental na pesquisa dos Curie”, portanto, reduzir suas contribuições a uma simples busca por novos elementos radioativos representa um afastamento para com o saber sábio.

Também vale considerar que os “erros” cometidos pelos cientistas ao longo do desenvolvimento do saber, cuja história da radioatividade sustenta importantes exemplos, como os erros cometidos por Becquerel e a inferência equivocada de Marie Curie sobre emissões secundárias (MARTINS, 2012, p. 312), são ignorados nas coleções, deixando de abranger a “criatividade” dos cientistas e as relações que estes mantêm com os avanços de suas pesquisas.

Destacamos a importância de serem discutidos os equívocos cometidos pelos cientistas, uma vez que, como destacado por Damasio e Peduzzi (2015, P. 81), podem contribuir para uma “desconstrução do conhecimento absoluto”, a fim de “não produzir fanáticos, mas pessoas que queiram aprender com plena consciência de sua própria falibilidade e também a dos outros”. Os equívocos cometidos pelos cientistas na produção de conhecimentos acerca da Radioatividade se constituem como uma importante ferramenta para se debater aspectos em torno da natureza e história da ciência.

A visão “acumulativa de crescimento linear” se faz presente ao longo de todas as coleções. Um momento específico se caracteriza quanto as pesquisas de Becquerel, Marie Curie, Pierre Curie e Rutherford, descritas como uma construção linear e de consequência direta, desconsiderando períodos de recesso entre as descobertas e discussões realizadas pela academia científica acerca do tema.

A visão “individualista e elitista”, assim como a anterior, permeia todas as coleções analisadas. Ao retratar apenas cientistas responsáveis por grandes descobertas, vencedores de prêmios Nobel, desconsiderando o grande esforço coletivo que contribuiu para a evolução dos conceitos ao longo do tempo, é atribuído a um grupo seletivo de personagens, a responsabilidade por todo o desenvolvimento dos saberes. Entretanto, entendemos que a utilização de biografias, em quadros complementares, como disponibilizados pelas CDs 03, 04, 05 e 07, contribuem para minimizar esta imagem.

As visões “exclusivamente analítica” e “socialmente neutra” não foram elucidadas por meio das análises realizadas. A primeira é minimizada devido ao fato de a radioatividade ser trabalhada em diversos tópicos, permeando discussões variadas. Já uma visão neutra é

reduzida na medida em que as obras apresentam as aplicações tecnológicas de maneira recorrente, incitando discussões a respeito do papel destas tecnologias na sociedade e suas consequências no desenvolvimento científico.

Pensamos que os processos de descontextualização e despersonalização, no decorrer da transposição didática, podem resultar em imagens deformadas do trabalho científico. Nas obras analisadas, encontramos traços de algumas destas imagens, como discutimos acima.

VI. Considerações finais

Nas páginas anteriores, apresentamos os resultados das análises realizadas em sete das doze coleções pertencentes ao PNLD (2018-2020), sob a perspectiva da Teoria da Transposição Didática de Yves Chevallad, em busca de vestígios dos processos de despersonalização e descontextualização ocorridos na transposição do saber relacionado à radioatividade.

Em resposta à questão central desta pesquisa, avaliamos que os processos de despersonalização e descontextualização, objetos de estudo do trabalho, ocorrem de maneira parcial nas coleções, uma vez que, em diversos momentos da textualização, são elucidados tópicos vinculados ao contexto das pesquisas originais. Contudo, não fornecem subsídios necessários para caracterizar o movimento complexo de construção do conhecimento. Entendemos que o fato se dá pela necessidade de garantir publicidade ao saber, tornando-o apto a ocupar um lugar no sistema de ensino.

Em comparação com a explicitação do saber sábio, as CDs analisadas não dispõem de informações capazes de contextualizar o saber, como as metodologias empregadas e as motivações e hipóteses geradas a partir de discussões importantes para a época. Em contrapartida, evidenciamos um movimento de recontextualização ao serem inseridos aspectos relacionados às aplicações tecnológicas do saber.

No que diz respeito à imagem da ciência, apresentada na seção anterior, encontramos vestígios de algumas das imagens elencadas por Gil-Pérez *et al.* (2001), sendo elas: “visão empírico indutivista e ateorica”, “visão rígida”, “visão aproblemática e ahistórica”, “visão acumulativa de crescimento linear” e “visão individualista e elitista”. Estas visões decorrem diretamente dos processos da transposição, uma vez que a intencionalidade didática se aponta na direção de discussões conceituais, em torno das aplicações tecnológicas e em detrimento de discussões a respeito da produção do conhecimento.

Tendo em vista que o processo de transposição didática é inevitável, uma vez que o saber necessita ser modificado, para tomar lugar no sistema de ensino, apontamos a importância fundamental dos professores na realização da transposição didática interna. Perante isso, os professores poderão utilizar os resultados de nosso estudo no exercício da vigilância epistemológica, quando do ensino da radioatividade.

Agradecimento

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, Proc. nº 2018/21823-9) pela bolsa concedida ao primeiro autor e aos avaliadores do artigo pelas contribuições e sugestões propostas.

Referências bibliográficas

ALVIM, M. H.; ZANOTELO, M. História das ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva: contribuições para a formação cidadã e reflexiva. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 349-359, 2014.

BARRETO FILHO, B.; DA SILVA, C. X. **Física aula por aula**. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.

BONJORNO, J. R. *et al.* **Física**. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica**. Tradução: Claudia Gilman. 3 ed. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2009.

CIVIERO, P. A. G. **Transposição Didática Reflexiva: Um Olhar Voltado Para a Prática Pedagógica**. 2009. 179 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, UFRGS, Porto Alegre.

CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI, L. O. Q. Consequências das descontextualizações em um livro didático: uma análise do tema radioatividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 3602.1-3602.11, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/GyHQstdPy6VFbfL8qLftwbt/?lang=pt>>. Acesso em: 26 jun 2021.

DA SILVA JUNIOR, A. C.; LONDERO, L. A transposição didática aplicada aos raios X nas coleções didáticas de física do pnld (2018-2020). **Ciência em Tela**, v. 12, n. 2, p. 1-16, 2019. Disponível em: <<http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/1202pe4.pdf>>. Acesso em: 26 jun 2021.

DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. A Coerência e Complementaridade Entre a Teoria Da Aprendizagem Significativa Crítica e a Epistemologia de Paul Feyerabend. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 3, p. 61, 2015.

ERROBIDART, N. C. G.; GOBARA, S. T. A descontextualização das experiências de tiros alternados em livros didáticos de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., Campinas, 2011a. **Atas [...]**. Disponível em:

<http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R1330-2.pdf>. Acesso em: 24 set. 2020.

ERROBIDART, N. C. G.; GOBARA, S. T. O aspectos da transposição didática de ondas sonoras em livros didáticos de física (PNLEM). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., Campinas, 2011b. **Atas** [...] Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R1330-1.pdf>. Acesso em: 24 set. 2020.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

GIL-PÉREZ, D. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GILMER, P. J. Irène Joliot-Curie, a Nobel laureate in artificial radioactivity. In: **Celebrating the 100th Anniversary of Madame Marie Sklodowska Curie's Nobel Prize in Chemistry**. Brill Sense, 2011. p. 41-57.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física**. 2. ed. São Paulo: Editora Ática, 2016.

RODRIGUES JUNIOR, E. *et al.* Implicações didáticas de história da ciência no ensino de Física: uma revisão de literatura através da análise textual discursiva. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 769-808, 2015.

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão sobre a Natureza da Ciência no Ensino Médio: um exemplo com a Teoria da Relatividade Restrita. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 36-70, 2005.

KRAPAS, S. Livros didáticos: Maxwell e a transposição didática da luz como onda eletromagnética. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 3, p. 564-600, 2011.

LEITE, M. S. **Contribuições de Basil Bernstein e Yves Chevallard para a discussão do conhecimento escolar**. 2004. 131 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, PUC-Rio, Rio de Janeiro.

MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há Muitas Pedras Nesse Caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MARTINS, A. F. P. História, filosofia, ensino de ciências e formação de professores: desafios, obstáculos e possibilidades. **Educação: Teoria e Prática**, v. 22, n. 40, 2012.

MARTINS, R. A. **Becquerel e a descoberta da radioatividade**: uma análise crítica. Campina Grande: EDUEPB / Livraria da Física, 2012.

MELO, A. C. S. ; CRUZ, F. F. S. Transposição didática do modelo de Huygens : reconstruções das idéias originalmente propostas no ‘Tratado Da Luz’. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Atas** [...]. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/651.pdf>>. Acesso em: 26 jun 2021.

PIETROCOLA, M. *et al.* **Física em Contextos**. 1. ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2016.

PEREIRA, A. P; OSTERMANN, F. 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, 2016.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da Natureza da Ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

RUTHERFORD, E; SODDY, F. The cause and nature of radioactivity. **The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science**, 4:21, p. 370-396, 569-585, 1902.

SANTOS, L. S. B. *et al.* As contribuições da história e filosofia da ciência na formação de professores: uma análise em periódicos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 355-378, 2017.

SEGRÈ, E. **Dos raios X aos quarks**. Tradução: WANBERTO, H. F. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1987.

SOUZA, W. B. *et al.* A vigilância epistemológica de Chevallard aplicada ao espalhamento das partículas alfa. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 14., 2012, Maresias. **Atas** [...] p. 1-9, 2012. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/117522/mod_resource/content/1/exemplo_trab_vigilancia_epsitemologica.pdf>.

TORRES, C. M. A. *et al.* **Física**: ciência e tecnologia. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

VÁLIO, A. B. M. *et al.* **Física**. 3. ed., São Paulo: SM, 2016.

VILAS BOAS, A. *et al.* História da ciência e natureza da ciência: debates e consensos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 287-322, 2013.

VILLARD, P. U. Sur la réflexion et la réfraction des rayons cathodiques et des rayons déviables du radium. **Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences**, Paris, v. 130, p. 1010-1012, 1900.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Física para o ensino médio**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).