



**CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS DE LARRY LAUDAN: UMA AMPLA REVISÃO  
BIBLIOGRÁFICA NOS PRINCIPAIS PERIÓDICOS BRASILEIROS DO ENSINO DE CIÊNCIAS E ENSINO  
DE FÍSICA**

*Epistemological conceptions of Larry Laudan: a wide bibliographic review in the main brazilian  
periodics of science teaching and physical education*

**Carlos Alexandre dos Santos Batista** [casbatistauesc@gmail.com]  
*Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC, Brasil*

**Luiz O. Q. Peduzzi** [luizpeduzzi@gmail.com]  
*Departamento de Física  
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC, Brasil*

**Resumo**

O presente artigo apresenta a sistematização (identificação, enumeração e discriminação) acerca de como são operacionalizadas as concepções epistemológicas de Larry Laudan na literatura brasileira do Ensino de Ciências e Ensino de Física. Para tanto, empreende-se uma ampla revisão bibliográfica em oito importantes periódicos brasileiros, cujo recorte temporal compreende o período de 1979 a 2017. Fundamentada no aporte metodológico da Análise de Conteúdo, a sistematização concentrou-se nos objetivos dos trabalhos, no foco de operacionalização e seus resultados. As constatações evidenciam que o epistemólogo possui relevante visibilidade na literatura brasileira, porém é reduzido o número de pesquisadores (as) que operacionalizam suas concepções. A operacionalização de suas ideias serve para a construção de analogias, fazer contraponto com outros epistemólogos, construção de modelo de referência para a prática docente em nível superior e exploração de episódio histórico. No campo investigativo da aprendizagem, via modelo de mudança conceitual, as analogias construídas servem tanto para estabelecer relações entre as concepções espontâneas dos estudantes e os conceitos epistemológicos de Laudan, quanto para aperfeiçoar o próprio modelo. Destas constatações, observa-se que a visão pragmática de Laudan da Ciência como atividade de solução de problemas contribui de forma substancial para auxiliar na compreensão da natureza da ciência e do processo de ensino-aprendizagem. Portanto, considerando o pequeno número de trabalhos que exploram essa concepção, um caminho promissor pode ser conquistado ao se ampliar suas contribuições, na direção de apontar a proficuidade de suas ideias para a comunidade brasileira da educação científica.

**Palavras-Chave:** Laudan; Concepções epistemológicas; Ensino de Ciências; Ensino de Física.

**Abstract**

The present article presents the systematization (identification, enumeration and discrimination) about the operationalization of the epistemological conceptions of Larry Laudan in the Brazilian Literature of the Teaching of Sciences and Teaching of Physics. To do so, a broad bibliographic review undertaken in eight important Brazilian journals, whose time cut covers the period from 1979 to 2017. Based on the methodological input of Content Analysis, the systematization focused on the objectives of the works, in the focus of operationalization and their results. The findings show that the epistemologist has relevant visibility in the Brazilian literature, but the number of researchers who operate their conceptions reduced. The operationalization of his ideas serves to construct analogies, make counterpoint with other epistemologists,

construct reference model for higher level teaching practice and exploration of historical episode. In the research field of learning, through the model of conceptual change, the constructed analogies serve both to establish relations between the spontaneous conceptions of the students and the epistemological concepts of Laudan, and to perfect the model itself. From these findings, Laudan's pragmatic view of science as a problem solving activity contributes substantially to help in understanding the nature of science and the teaching-learning process. Therefore, considering the small number of works that explore this conception, a promising path can be achieved by broadening their contributions, in order to point out the proficuity of their ideas to the Brazilian scientific education community.

**Keywords:** Laudan; Conceptions epistemological; Science Education, Physics Education.

## INTRODUÇÃO

Aprender Ciência e sobre a Ciência é uma meta estabelecida na agenda nacional e internacional de governos, pesquisadores e formadores de professores preocupados com a renovação curricular do Ensino de Ciências, em termos de conteúdos, metodologias e objetivos. Nesta direção, “*a compreensão da natureza da Ciência é considerada um dos preceitos fundamentais para a formação de alunos e professores mais críticos e integrados com o mundo e a realidade em que vivem*” (Moura, 2014, p. 32).

A História da Ciência e a Filosofia da Ciência (HFC), interpretadas em uma perspectiva integrada (Matthews, 1995, 1989), são apontadas como um importante caminho para promover essa formação crítica. Nesta perspectiva, as discussões históricas e filosóficas subsidiam a compreensão da origem dos conhecimentos científicos e os fatores internos e externos que influenciam e são influenciados pela sua construção (Moura, 2014). Dentre os fatores internos estão: as questões acerca do método científico, as concepções pessoais e sobre a natureza da ciência que guiam os cientistas, as questões sobre a relação dos experimentos e teorias (Koyré, 2012). Dentre os externos, é possível citar: as influências dos elementos sociais, culturais, religiosos, políticos e econômicos na escolha ou rejeição das ideias científicas (Hessen, 1984).

Partindo dessas considerações, neste trabalho de revisão bibliográfica apresenta-se uma sistematização (identificação, enumeração e discriminação) acerca de como são operacionalizadas as concepções epistemológicas de Larry Laudan na literatura brasileira do Ensino de Ciências (EC) e do Ensino de Física (EF), a partir de alguns dos principais periódicos científico-acadêmicos. A intenção é fornecer um panorama, a partir de um recorte, da exploração das concepções deste epistemólogo, cuja *visão de ciência como atividade de solução de problemas* tem oferecido valiosas contribuições à renovação curricular, tanto na reestruturação de modelos de aprendizagem em Física (Villani, Barolli, Cabral, Fagundes, & Yamazaki, 1997; Villani, 1992), quanto na modelagem de propostas curriculares de ensino para disciplinas em nível superior (Ovando & Cudmani, 2004). Além dessas contribuições, Larry Laudan é também considerado como um dos principais filósofos da ciência contemporânea (Dal Magro, 2013; Moreira & Massoni, 2011; Ostermann, Cavalcanti, Ricci, & Prado, 2008).

Junto a outros filósofos e historiadores da ciência, Larry Laudan faz parte de um grupo de epistemólogos chamados de “novos historicistas da ciência” (Nickles, 2017), entre eles: Thomas Kuhn (1922 – 1996), Norwood Russel Hanson (1924 – 1967), Mary Hesse (1924 – 2016), Imre Lakatos (1922 – 1974), Paul K. Feyerabend (1924 – 1994), Stephen Toulmin (1922 – 2009), Dudley Shapere (1928-) Ernan McMullin (1924 – 2011) e Michael Ruse (1940-), cujas concepções epistemológicas contemporâneas são originárias dos finais dos anos de 1950. Como ponto em comum, esses epistemólogos utilizam a história da ciência para criticar e rebater os relatos positivistas e popperianos da ciência e de seu funcionamento (Nickles, 2017). Nesse contexto, (em relação aos demais epistemólogos, especialmente, Popper, Lakatos e Kuhn), Larry Laudan apresenta a ciência como uma atividade intelectual de solução de problemas. Para tanto, como será visto e aprofundado a seguir, ele desenvolve uma taxonomia, classificando os problemas em empíricos e conceituais. Sua principal justificativa é a de que a solução dos problemas conceituais, embora “tão importante no desenvolvimento da ciência quanto à solução de problemas empíricos”, tem sido “ignorada pelos historiadores e filósofos da ciência (embora raramente pelos cientistas)” (Laudan, 2011, p. 63).

## CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS DE LARRY LAUDAN

O físico e filósofo da Ciência Larry Laudan nasceu em 1941, na cidade de Austin – Estado do Texas. Formado em Física Bacharelado no ano de 1962, tornou-se Mestre e PhD em Filosofia a partir do ano de 1965. Fundador do Departamento de História e Filosofia da Ciência da Universidade de Pittsburgh, atualmente é pesquisador sênior no Instituto de las Investigaciones Filosóficas da Universidade Autónoma Nacional do México (UNAM). Dentre as diversas obras<sup>1</sup> traduzidas para o chinês, francês, italiano, japonês, russo, espanhol e português, “*Progress and its problems: towards a theory of scientific growth*” (O progresso e seus problemas: rumo a uma teoria do crescimento científico), publicada em 1977, é considerada a mais importante (Dal Magro, 2013; Ostermann *et al.*, 2008).

Em aspectos gerais, envolvendo contrastes e conformidades com outros filósofos e historiadores da Ciência (por exemplo, Popper e Lakatos), Laudan entende que o conhecimento científico é produto do empreendimento racional (Moreira & Massoni, 2011). Neste contexto, pressupõe que é preciso abrir mão de parte da linguagem e dos conceitos tradicionais, tais como, grau de confirmação, conteúdo explicativo, corroboração e afins, para verificar a possibilidade de vislumbrar um modelo potencialmente adequado de racionalidade científica. Na visão de Pesa e Ostermann (2002), seria uma tentativa pertinente de salvar a racionalidade da Ciência, uma vez que ele próprio admite que a racionalidade científica consista em escolhas teóricas mais progressivas, observando a efetividade das teorias na resolução de problemas importantes.

A despeito disso, em sua teoria historicista da racionalidade (Dal Magro, 2013) o progresso científico não ocorre via acúmulo de conhecimentos; as teorias, como respostas aos problemas científicos, não são refutadas, simplesmente, por apresentarem anomalias – uma classe de problemas científicos que, em dado contexto histórico, pode não ter respostas científicas adequadas; as teorias não são aceitas apenas porque apresentam confirmações empíricas; mudanças e controvérsias são resolvidas conceitualmente, muito mais que empiricamente; os princípios da racionalidade vão mudando com o tempo; a coexistência de teorias rivais é a regra, não a exceção (Moreira & Massoni, 2011; Pesa & Ostermann, 2002; Villani, 1992).

De acordo com esses pressupostos, a visão de Laudan é que “a Ciência é, acima de tudo, uma atividade de solução de problemas” (Laudan, 2011, p.18). Portanto, sua meta é elaborar teorias com alta taxa de eficiência na resolução de problemas. Por conseguinte, seu progresso corre à medida que teorias novas resolvem mais problemas que suas antecessoras (Pesa & Ostermann, 2002). Em sua perspectiva racionalista, o progresso da Ciência está vinculado estreitamente não com a confirmação ou refutação das teorias, mas, essencialmente, com sua eficiência em resolver problemas (Laudan, 2011). Nessa direção, Laudan afirma que “as teorias são relevantes, cognitivamente importantes, à medida que oferecem soluções adequadas a problemas importantes”. Na resolução de problemas, a função de uma teoria é eliminar ambiguidades, reduzir irregularidades à uniformidade e demonstrar seu potencial para prever os fenômenos, mediante um confronto dialético entre desafios e teorias adequadas (Pesa & Ostermann, 2002).

Não obstante, a eliminação das dificuldades conceituais no modelo de solução de problemas laudaniano é tomada como componente substantiva do progresso científico que se alimenta de um crescente apoio empírico (Pesa & Ostermann, 2002). Vale destacar que essas dificuldades conceituais foram reconhecidas, por exemplo, tanto por Stephen Toulmin, quanto por Kuhn no prefácio de sua obra “*A Estrutura das Revoluções Científicas*” (Dal Magro, 2013), porém, foram pouco exploradas<sup>2</sup>. Para Pesa e Ostermann (2002), o modelo de Laudan é, em boa medida, uma sofisticação a taxonomia de problemas inicialmente proposta por Lakatos (1989), que reconhece apenas a solução do componente empírico dos problemas científicos. Acredita-se que a taxonomia de Laudan vai além desse aperfeiçoamento, pois ela apresenta um novo componente – problemas conceituais – que se faz substancialmente presente como desafio tanto para o desenvolvimento interno da Ciência quanto para seu processo de ensino-aprendizagem, especialmente, em Física.

---

<sup>1</sup>Progress and its Problems: towards a theory of scientific growth – O progresso e seus problemas: rumo a uma teoria do conhecimento científico (1977); Science and Hypothesis – Ciência e Hipóteses (1981); Science and Values – Ciência e Valores (1984); Science and Relativism: Dialogues on the Philosophy of Science – Ciência e Relativismo: Diálogos sobre a Filosofia da Ciência (1990); The Book of Risks – O Livro de Riscos (1995); Beyond Positivism and Relativism – Além do Positivismo e Relativismo (1996); Danger Ahead – Perigo a Frente (1997) e Truth, Error and Criminal Law: An Essay in Legal Epistemology – Verdade, Erro e Direito Penal: Um Ensaio na Epistemologia Jurídica (2005).

<sup>2</sup>Laudan afirma que estudiosos (como Thomas Kuhn) chegaram ao ponto de fazer da ausência de tais fatores não empíricos um sinal da “maturidade” de qualquer ciência específica.

## **Os problemas científicos em “O progresso e seus problemas”**

“Os problemas são o foco do pensamento científico” (...), isto é, “as perguntas da Ciência” (Laudan, 2011, p. 20). Partindo desta definição, eles são classificados em dois tipos, problemas empíricos e problemas conceituais. Segundo Pesa e Ostermann (2002), Laudan reconhece que ambos se originam dentro de um contexto histórico que lhes outorga significados e que estão sujeitos às mesmas anomalias - problemas que os cientistas não conseguem resolver dentro de um paradigma, na visão de Kuhn (1971); em um programa de pesquisa, na visão de Lakatos (1989); ou em uma tradição de investigação, na própria visão de Laudan (2011).

Com efeito, os problemas empíricos constituem dados empíricos do mundo natural, vistos como algo estranho que necessita de explicação. Por exemplo, “*observamos que os corpos pesados caem na direção do centro da Terra com espantosa regularidade - perguntar como e por que eles caem assim é apontar um desses problemas*” (op. cit., p. 22). Desta maneira, esses problemas são “*questões substantivas acerca dos objetos que constituem o domínio de determinada ciência*” (Laudan, 2011, p. 24). Além disso, eles podem ser classificados em três categorias: *problemas não resolvidos* – problemas que não foram adequadamente resolvidos por nenhuma teoria, mas indicam linhas futuras de investigação; *problemas resolvidos ou potenciais* – problemas que foram resolvidos adequadamente por uma teoria; e, *problemas anômalos* – problemas não resolvidos por uma teoria, mas por suas concorrentes (Laudan, 2011).

Nesta perspectiva, o argumento de Laudan (2011, p. 26) é que “*uma das marcas do progresso científico é a transformação de problemas empíricos anômalos e não resolvidos em problemas resolvidos*”. Por isso, a “qualidade” de “*uma teoria está em quantos problemas resolveu e com quantas anomalias se depara*” (op. cit., p. 26). Em termos práticos, os problemas não resolvidos estimulam o crescimento e o progresso da Ciência. Logo, “*transformá-lo em problemas resolvidos é um dos modos pelos quais as teorias progressistas estabelecem suas credenciais científicas*” (Laudan, 2011, p. 28).

De peso ainda maior em sua obra, os problemas conceituais, de natureza não empírica, “*são característicos das teorias*”; “*não existem fora delas*”; “*são questões de ordem superior acerca das fundamentações das estruturas conceituais*” (Laudan, 2011, p. 68). Portanto, podem ser definidos como questões de natureza cognitiva, relativa à atividade intelectual da Ciência, sobre as fundamentações das estruturas conceituais concebidas para responder os problemas empíricos.

Laudan (2011) ilustra a partir da História da Ciência muitos episódios que podem esclarecer os problemas conceituais, por exemplo, como os que envolvem as críticas à astronomia de Ptolomeu, que recaíam sobre os mecanismos (epíclis, excêntricos e equantes) utilizados para abordar os problemas empíricos (Medeiros & Monteiro, 2002; Kuhn, 1990). Do mesmo modo, esses problemas podem ser exemplificados também a partir das críticas ao sistema de mundo newtoniano, que foram lançadas pelos contemporâneos de Newton (Locke, Berkeley, Huygens e Leibniz), sobre os fundamentos conceituais do espaço absoluto e da interação à distância entre os corpos, que Newton utilizou para desenvolver as bases da Física Clássica (Laudan, 2011).

Por conseguinte, Laudan subdivide os problemas conceituais em duas classes, problemas conceituais internos e problemas conceituais externos. Os internos se referem a existência de incoerências internas ou categorias de análise pouco claras. Os externos dizem respeito à existência de conflitos entre teorias (Laudan, 2011). À vista disso, existem pelo menos três classes distintas de dificuldades que geram os problemas conceituais externos: (1) as dificuldades intracientíficas – tensão entre teorias de diferentes áreas do saber; (2) as dificuldades normativas ou metodológicas – conflito entre a teoria científica e as teorias metodológicas da comunidade científica; e (3) as dificuldades acerca da visão de mundo – choque entre teoria e algum componente da visão de mundo predominante.

As dificuldades intracientíficas ocorrem “*quando uma nova teoria em alguma área científica faz suposições incompatíveis com as de outra teoria científica, que se têm boas razões para ser aceita*” (Laudan, 2011, p. 80); enquanto as normativas são consideradas como uma fonte de controvérsia importante, ao gerarem muitos problemas conceituais evidenciados pela História da Ciência (Laudan, 2011). Neste cenário, a resolução da “tensão” entre uma metodologia e uma teoria científica ou é obtida pela modificação da teoria científica ou pela norma metodológica aceita. Já dificuldades acerca da visão de mundo são como as dificuldades intracientíficas, porém, com uma diferença básica: “*a incompatibilidade ou a falta de reforço mútuo não está dentro do quadro da própria ciência, mas entre a ciência e as nossas crenças “extras científicas”*” (Laudan, 2011, p. 86), relacionadas com áreas bastante diversas (metafísica, lógica, ética e a teologia).

## O conceito de tradição de investigação

No enquadramento do modelo de crescimento científico baseado em soluções de problemas empíricos e conceituais, Laudan postula o conceito de tradição de investigação<sup>3</sup> como “um conjunto de afirmações e negações ontológicas e metodológicas” (Laudan, 2011, p. 113). Seu postulado segue em conformidade com as generalizações de Kuhn, a respeito do conceito de paradigma e o de Lakatos, acerca do conceito de programa de pesquisa (Mendonça & Videira, 2007). Por este ângulo, a tradição de investigação proporciona um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento de teorias específicas (eletromagnetismo de Maxwell, estrutura atômica de Bohr-Kramers-Slater, efeito fotoelétrico de Einstein, deriva continental de Wegener e complexo de Édipo de Freud) e globais (teoria da evolução, teoria atômica, teoria cinética dos gases). Assim, partes dessas diretrizes passam a constituir uma ontologia que especifica, de modo geral, os tipos de entidades fundamentais que existem no domínio em que a tradição de investigação se insere (Guridi, Salinas, & Villani, 2006).

Em concordância, a função das teorias específicas é explicar todos os problemas empíricos do domínio disciplinar, reduzindo-os a ontologia da tradição. Por sua vez, a tradição tem dois compromissos, um ontológico e outro metodológico. O primeiro está ligado à modelagem do perfil das entidades e de suas capacidades de interação dentro desse domínio. O segundo perpassa pelo delineamento dos modos operantes (técnicos, experimentais, corroboração empírica e avaliação das teorias). Em uma definição mais ampla, Guridi, Salinas e Villani (2006) afirmam que uma tradição de investigação é uma unidade integral que estimula, define e delimita o que pode ser considerado como solução para muitos dos problemas científicos importantes. Consequentemente, do mesmo modo que Lakatos e Kuhn reconhecem a degeneração e evolução dos programas de pesquisa e dos paradigmas, respectivamente, Laudan admite que as tradições de investigação também estejam submetidas a esses elementos constantes da avaliação da Ciência. Com isso, reconhece também dois tipos de atividades geradoras de teorias: as atividades de investigações progressivas e as atividades de investigações degenerativas (Pesa & Ostermann, 2002)<sup>4</sup>.

## METODOLOGIA

De natureza qualitativa, este trabalho encontra aporte na Análise de Conteúdo de Bardin (1997), cujo principal objetivo é fornecer indicadores úteis para a investigação e possibilitar ao pesquisador interpretar os resultados de acordo com o próprio contexto de produção dos dados encontrados. Mediante a análise de conteúdo é possível assinalar e classificar de maneira criteriosa as unidades de registro pertinentes existentes em uma fonte de registro (neste caso os artigos). Para tanto, o pesquisador desenvolve alguns procedimentos sistemáticos com objetivo de descrever o conteúdo das mensagens, estabelecendo indicadores, isto é, categorias *a priori*, que permitam a inferência de informações relacionadas à pesquisa. O primeiro procedimento foi buscar os artigos diretamente nos sites dos periódicos, cuja escolha, em particular, se justifica por dois motivos: (1) pertinência que possuem em relação ao foco de uma pesquisa mais ampla; e (2) se destacarem como alguns dos principais periódicos do Ensino de Ciências no contexto brasileiro, estando bem classificados na categoria (Ensino) pela avaliação do *Qualis* da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Os periódicos e suas respectivas classificações no sistema de avaliação da CAPES são os seguintes: Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia (Alexandria – A2); Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF – A2); Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF – A1); Ciência & Educação (C&E – A1); Revista Investigação em Ensino de Ciências (IENCI - A2); Revista Ensaio: Ensino, Pesquisa e Educação em Ciências (Ensaio – A2); Revista Experiência em Ensino de Ciências (EENCI – B1) e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC – A1). Nesses periódicos, a seleção se deu através da análise, número por número, desde a primeira edição até a última de 2017.

Os trabalhos foram discriminados a partir da leitura dos títulos, resumos, palavras-chave, consulta das referências<sup>5</sup> e, quando necessário, a leitura integral dos artigos. Neste processo, foram encontrados 28 trabalhos, concentrados entre o período de 1997 a 2016. O segundo procedimento foi submeter os 28 trabalhos ao critério de exclusão: trabalhos que não operacionalizam as concepções epistemológicas de

---

<sup>3</sup>Os termos tradição de investigação e tradição de pesquisa têm o mesmo significado. Vamos adotar a designação tradição de investigação, utilizada por Laudan (2011).

<sup>4</sup>Um aprofundamento mais amplo das tradições de investigação pode ser encontrado em Ostermann *et al.* (2008).

<sup>5</sup>As consultas às referências dos trabalhos foram realizadas sempre que os títulos e/ou resumos apresentavam palavras chaves pertencentes ao campo da História e Filosofia da Ciência. Isso permitiu constatar que nos vinte e três (23) dos vinte e oito (28) trabalhos, Laudan é citado para fundamentar os argumentos dos (as) autores (as), denotando sua boa visibilidade na literatura.

Laudan. A partir deste, apenas cinco foram selecionados para análise, que ocorreu com a sistematização dos objetivos dos trabalhos, do foco de operacionalização das concepções e seus resultados, em termos de contribuições para o Ensino de Ciência e Ensino de Física. Utilizadas como categorias de análise *a priori*, essa sistematização proporcionou a inferência das informações apresentadas a seguir.

## RESULTADOS E ANÁLISE

Na tabela 1, a seguir, estão distribuídos os vinte e oito (28) trabalhos selecionados. Nas colunas da esquerda para a direita, respectivamente, encontram-se: o ano de publicação, o número de artigos por década, o número de artigos por ano e o número de artigos por revista. Nesta distribuição, os dados permitem constatar que, no contexto dos periódicos investigados, Laudan aparece na literatura brasileira do EC e EF nos anos finais da década de 1990, nas revistas CBEF (um) e C&E (dois). Por esse motivo, não foram incluídos na Tabela 1 os anos dos períodos 1979 – 1989 e 1990 – 1996.

Nos anos de 2000 a 2008, nota-se que nas revistas C&E (onze) e IENCI (quatro), o filósofo apresenta maior visibilidade em relação às outras, Alexandria (zero); CBEF (dois); Ensaio (zero); RBEF (zero); RBPEC (um) e EENCI (zero). Entre 2011 e 2016, a visibilidade do filósofo fica restrita às revistas Alexandria (um); C&E (um), RBPEC (um) e IENCI (cinco)<sup>6</sup>.

Dessa análise mais geral, pode-se observar que, a partir do momento que Laudan aparece na literatura brasileira do EC e EF, notoriamente, ganha visibilidade. Todavia, quando é realizado um balanço entre essa visibilidade e a efetiva operacionalização de suas concepções, fica claro que suas ideias são, praticamente, inexploradas pela maior parte das pesquisas. Nota-se, curiosamente, que na revista mais antiga RBEF (primeira edição de 1979) (Tabela 1), entre os periódicos revisados, Laudan, mesmo sendo físico de formação, não foi encontrado em nenhum trabalho. Para outras duas revistas, Ensaio e EENCI, Laudan também não apresenta nenhuma visibilidade.

**Tabela 1.** Síntese das quantidades de trabalhos incluídos, por década, por ano e por revista, a partir da primeira edição<sup>7</sup>.

Ano	Nº por década	Nº por ano	Número de artigos por revista							
			Alexandria	CBEF	C&E	Ensaio	RBEF	RBPEC	IENCI	EENCI
1997	3	1		1						
1998		2			2					
1999										
2000	18	1							1	
2001		5			4				1	
2002		4		2	1			1		
2003		1			1					
2004		3			2				1	
2005										
2006		2				1			1	
2007		1				1				
2008		1				1				
2009										
2010	7									
2011		3							3	
2012		1							1	
2013		2			1				1	
2014										
2015										
2016		1	1							
2017										

<sup>6</sup>A pertinência de identificar na Tabela (1) os vinte e três (23) trabalhos que apenas citam as obras do epistemólogo, com os cinco (5) trabalhos que exploram suas concepções, reside em demonstrar que a comunidade do Ensino de Ciências reconhece a importância das concepções epistemológicas de Laudan para as investigações educativas.

<sup>7</sup>Primeira edição de cada uma das revistas: RBEF (1979); CBEF (1984); C&E (1994); IENC (1996); Ensaio (1999); RBPEC (2001); EENCI (2006); Alexandria (2008).

Na Tabela 2, as revistas Alexandria (um), CBEF (dois) e RIEC (dois) são as que apresentam os trabalhos que operacionalizam as concepções de Laudan, explorando suas ideias. As revistas C&E (quatorze) e IENCI (nove), embora não façam exatamente isso, concentram trabalhos que, de uma forma ou de outra, dão visibilidade ao epistemólogo na literatura. Vale lembrar que, assim como Thomas Kuhn (1922 – 1996), Imre Lakatos (1922 – 1974), Paul Feyerabend (1924 – 1994), Stephen Toulmin (1922 – 2009), Laudan tornou-se uma importante referência no campo da História e da Filosofia da Ciência contemporâneas (Matthews, 1989)<sup>8</sup>. Sua visão pragmática sobre a natureza da ciência e a complexidade da produção do conhecimento científico (Moreira & Massoni, 2011) ajudou a problematizar um dos principais modelos de aprendizagem das ciências (Física) – o modelo de mudança conceitual (Villani, 1992).

**Tabela 2.** Número de trabalhos encontrados em cada revista, número de trabalhos excluídos pelo critério estabelecido e o número de trabalhos selecionados para análise.

Revistas	Número total de trabalhos encontrados	Número de trabalhos eliminados pelo critério de exclusão	Número de trabalhos selecionados para análise descritiva.
Alexandria	1	0	1
CBEF	3	1	2
C&E	14	14	0
Ensaio	0	0	0
RBEF	0	0	0
RBPEC	1	1	0
IENCI	9	7	2
EENCI	0	0	0
Total	28	23	5

Não obstante, acredita-se que um dos motivos de suas concepções epistemológicas serem pouco exploradas pelas pesquisas do EC e EF, no contexto brasileiro, pode estar relacionado com velhos desafios enfrentados pela área. Por exemplos, diminuir a distorção alarmante entre o número de propostas curriculares envolvendo orientações da HFC e sua efetiva inserção em sala de aula (Carvalho & Vannucchi, 1996; Queirós, Batisteli, & Justina, 2009; Teixeira, Greca, & Freire, 2012; Schirmer & Sauerwein, 2014), bem como superar as “*dificuldades de converter projetos de currículos em realidade de sala de aula*” (Matthews, 1995, p.168). Isto significa promover orientações que subsidiem a prática docente e a avaliação, com materiais adequados, bem como elaborar cursos apropriados para a formação de professores de Ciências, em especial, de Física.

Como um ponto mais crítico, Damásio e Peduzzi (2017, p. 4)<sup>9</sup> afirmam que no EF (brasileiro), “34% (14) das teses e dissertações não apresentam fundamentos epistemológicos”. Ao que parece, tal problema não se restringe apenas ao uso da HFC no EF, mas também se constitui em um desafio para toda área do Ensino de Ciências. Por exemplo, Greca, Costa e Moreira (2002, p. 64) afirmam que “*somente 37% dos trabalhos*” apresentados no III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências “*podiam ser considerados como tendo um referencial teórico*”. O ponto crítico é que 63% dos trabalhos não tinham fundamentação teórica.

Avançando na discussão, no Quadro 1 estão presentes os trabalhos selecionados para análise. Nas colunas da esquerda para a direita, respectivamente, estão: as revistas, o ano de publicação dos trabalhos, os títulos e, por fim, os nomes dos autores e autoras.

<sup>8</sup>Embora, em recente consulta, o filósofo não esteja mais trabalhando no campo desde 2005.

<sup>9</sup>A revisão feita por esses autores cobriu 11 programas de pós-graduação brasileiros e seleção de “41 trabalhos, sendo 33 dissertações de mestrado e oito (8) teses de doutorado” (Damásio & Peduzzi, 2017, p.4), relacionados ao uso de aportes da HFC no Ensino de Física.



**Quadro 1.** Trabalhos apresentados por ano de publicação, título e autorias.

Revistas	Ano de publicação	Título dos trabalhos	Autorias
Alexandria	2016	<i>“Valores, métodos e evidências: objetividade e racionalidade na descoberta da fissão nuclear”.</i>	Marinês D. Cordeiro e Luiz. O. D. Peduzzi
CBEF	1997	<i>“Filosofia da Ciência, História da Ciência e Psicanálise: Analogias para o ensino de Física”.</i>	Alberto Villani, Elisabeth Barolli, Tânia C. B. Cabral, Maria B. Fagundes e Sergio C. Yamazaki.
	2002	<i>“A ciência como uma atividade de solução de problemas: a epistemologia de Larry Laudan e alguns aportes para as investigações educativas em ciências”.</i> <sup>10</sup>	Marta A. Pesa e Fernanda Ostermann.
IENCI	2004	<i>“Primeros Resultados de una Experiencia Piloto sobre Enseñanza de La Física em Carreas de Ingeniería Agronómica”.</i>	Mónica Moya de Ovando e Leonor C. Cudmani.
	2006	<i>“Contribuciones de La Epistemología de Laudan para La Comprensión de Concepciones Epistemológicas Sustentadas por Estudiantes Secundarios de Física”.</i>	Verónica Guridi, Julia Salinas e Alberto Villani.

Observando o título e consultando à filiação institucional<sup>11</sup> dos (as) autores (as), uma parte pertence a três grandes universidades brasileiras: Universidade de São Paulo (USP); Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Mesmo não sendo as únicas, historicamente, essas são instituições públicas que possuem Programas de Pós-Graduação com forte tradição de investigação no EC e EF, solidamente fundamentada em aportes epistemológicos da Filosofia, História e Sociologia da Ciência. A outra parte tem filiação em instituições argentinas: Universidad Nacional de Tucumán e Facultad de Ciencias Naturales. Esses dados permitem evidenciar quem são as referências sobre o epistemólogo no contexto dos periódicos do EC e EF que a pesquisa se restringiu.

### Objetivos dos trabalhos

No Quadro 2, nas colunas um e dois, da esquerda para a direita, encontram-se as autorias dos trabalhos e não de publicação, bem como os excertos de textos que identificam os objetivos em cada artigo.

Fazendo uma aproximação entre os títulos dos trabalhos (Quadro 1) e seus respectivos objetivos (Quadro 2), observa-se que Villani *et al.* (1997) e Pesa e Ostermann (2002) buscam nas concepções de Laudan subsídios para o modelo de mudança conceitual na aprendizagem das Ciências. Ovando e Cudmani (2004) preocupam-se com a produção de um modelo que sirva como marco de referência para a prática docente. Guridi, Salinas e Villani (2006) operacionalizam conceitos de Laudan para compreender as concepções epistemológicas dos estudantes. Cordeiro e Peduzzi (2016) exploram o episódio histórico da Fissão Nuclear com os devidos aportes conceituais, a fim de demonstrar evidências acerca dos conceitos de racionalidade e objetividade presentes na prática científica.

<sup>10</sup>Tradução livre.

<sup>11</sup>A filiação da autoria não foi identificada na tabela, mas pode ser acessada diretamente na identificação dos autores (as) em seus respectivos trabalhos.



**Quadro 2.** Autoria e objetivos dos artigos analisados

Autorias	Objetivos dos artigos
Villani <i>et al.</i> (1997)	“(…) aprofundar o tema da mudança conceitual a partir de analogias referentes a outras áreas do conhecimento, principalmente tentando esclarecer como funciona a exploração de analogias e identificando algumas limitações e condições”. (p. 38)
Pesa e Ostermann (2002)	“(…) analisar as concepções epistemológicas de Larry Laudan referentes ao desenvolvimento do conhecimento científico, a fim de aportar novas questões referentes às noções de racionalidade e progresso científico que favoreçam a compreensão e explicação dos processos de mudança conceitual na aprendizagem das ciências”. (p. 84)
Ovando e Cudmani (2004)	“O objetivo principal é construir modelos que sirvam de marco de referência para guiar a prática docente”. (p. 225)
Guridi, Salinas e Villani (2006)	“(…) apresentar uma nova contribuição da Filosofia à investigação educativa em Ciências”. (p. 99)
Cordeiro e Peduzzi (2016)	“(…) apresentar historicamente as investigações sobre os supostos transurânicos, desenvolvidas por Lise Meitner e Otto Hahn (e mais tarde por Fritz Strassmann), que os levaram à descoberta da fissão e (...) mostrar que os caminhos tortuosos trilhados pela comunidade científica, (...) não são simbólicos da ilogicidade; pelo contrário, o permanente ajuste entre fatos, métodos e objetivos e valores, feitos por eles, são característica justamente da racionalidade da ciência”. (p. 237)

Sob uma ótica de implicações, essas buscas resultam em pontos positivos em termos de mudança de atitude da comunidade do EC e EF em relação à percepção da dificuldade de encarar o processo de ensino-aprendizagem por um modelo de mudança conceitual, forjado, literalmente, por esta ou aquela perspectiva epistemológica, por exemplo, kuhniana<sup>12</sup>, que preconiza a revolução científica por uma ruptura de paradigma. Visto que, para os idealizadores desse modelo de ensino-aprendizagem (Posner & Strike, 1993), inicialmente, acreditava-se que essa revolução poderia ser alcançada pelos estudantes em sala de aula, ao romperem com suas concepções espontâneas, em favor dos conhecimentos científicos. Porém, tanto pelos resultados das investigações educacionais (Guridi, Villani, & Salinas, 2006; Villani *et al.*, 1997; Mortimer, 1996), quanto por outras perspectivas epistemológicas, tais como, da tradição de investigação de Laudan, do próprio programa de pesquisa de Lakatos, e do perfil epistemológico de Bachelard, a comunidade constatou que, na verdade, a revolução científica não ocorre abruptamente, mas sim através de um processo historicamente longo e controverso. Nessa trajetória, percebe-se que as tradições, os programas e os perfis podem coexistir paralelamente como regra e não como exceção, da mesma forma que as concepções espontâneas e os conhecimentos científicos tornam-se parte da vida dos estudantes, mesmo quando são instruídos na direção dessa mudança conceitual (Villani *et al.*, 1997).

Não obstante, fica evidente nos objetivos dos trabalhos que os aportes fornecidos pela epistemologia laudanianiana podem ensejar subsídios para investigar cinco temas interessantes: (1) os modelos de ensino-aprendizagem (investigação e guia da prática docente); (2) a produção de analogias; (3) as concepções dos estudantes; (4) as implicações para o ensino de Ciências e (5) a exploração de episódios históricos. Portanto, é plausível afirmar que, apesar de pouco explorado pela maioria dos (as) pesquisadores (as), as concepções de Laudan são aportes epistemológicos potencialmente significativos para investigar temas que circundam a prática científica na pesquisa em Educação em Ciências. Desta forma, à medida que o interesse de aprofundá-las, cada vez mais, for ganhando a atenção de outros (as) pesquisadores (as), torna-se possível ampliar o leque das opções, para a compreensão e enfrentamento de problemas que assolam o processo de ensino-aprendizagem.

### Foco da operacionalização das concepções de Laudan

No Quadro 3 são apresentadas as autorias dos trabalhos (coluna da esquerda), bem como os focos da operacionalização (coluna da direita). Nela é possível observar que Villani *et al.* (1997) concentram-se no

<sup>12</sup>Destaca-se que esse modelo não se restringe apenas a epistemologia de Kuhn, estando presente também, Lakatos e Toulmin (Villani *et al.*, 1997).

aprofundamento do modelo de mudança conceitual<sup>13</sup>. A leitura do artigo mostra que isso é feito mediante a produção de analogias no campo da Filosofia da Ciência, da História da Ciência e da Psicanálise<sup>14</sup>. Tal aprofundamento ocorre com a admissão da exploração das concepções de Laudan (1977; 1984) como um aporte epistemológico que “*permite articular melhor os vários pontos de contato entre o progresso científico e a aprendizagem de Ciências e avançar no que diz respeito à introdução da motivação no processo de mudança conceitual*” (Villani et al., 1997, p. 39). Motivação essa que surge a partir das “*limitações da aplicação decorrentes das diferentes fontes inspiradoras*” – Kuhn, Lakatos e Toulmin, bem como as incompatibilidades de muitos aspectos das propostas sustentadas por cada um desses epistemólogos (Villani et al., 1997, p.39).

**Quadro 3.** Foco da operacionalização das concepções de Laudan<sup>15</sup>.

Autoria	Foco da operacionalização
Villani et al. (1997)	“Aprofundamento do tema mudança conceitual mediante a produção de analogias”.
Pesa e Ostermann (2002)	“Favorecimento e explicação do processo de mudança conceitual com implicações na aprendizagem em Ciências”.
Ovando e Cudmani (2004)	“Construção de um modelo curricular como guia da prática docente em nível superior”.
Guridi, Salinas e Villani (2006)	“Compreensão das concepções epistemológicas dos estudantes do Ensino Médio mediante a produção de analogias”.
Cordeiro e Peduzzi (2016)	“Exploração do episódio histórico da fissão nuclear como evidência da racionalidade e objetividade da Ciência”.

De forma semelhante, Pesa e Ostermann (2002) têm como foco o favorecimento e explicação do processo de mudança conceitual. Em contrapontos diretos entre as concepções epistemológicas de Laudan, as concepções de Kuhn e as de Lakatos, asseguram que as concepções de Laudan sobre o progresso científico, a racionalidade, objetividade e valores cognitivos<sup>16</sup> da Ciência contribuem para refletir criticamente sobre esse favorecimento e explicação na aprendizagem em Ciências. Em outra direção, Ovando e Cudmani (2004) consideram que “*o modelo epistemológico reticular proposto por Laudan, os fins, metodologias e objetivos se vinculam mutuamente. Constituem, portanto, um marco apropriado para a integração dos componentes conceituais, procedimentais e atitudinais*” (Ovando & Cudmani, 2004, p. 229).

Com efeito, as concepções Laudan (1984) assumem um papel de critério<sup>17</sup> importante que sustenta a proposição de tal modelo. Por outro lado, mais próximo do trabalho de Villani et al. (1997) no que confere às analogias, Guridi, Salinas e Villani (2006) têm como foco a compreensão das concepções epistemológicas dos estudantes<sup>18</sup>. Considerando que tais estudos revelaram tanto que os estudantes do

<sup>13</sup>As ideias básicas desse modelo são: (A) Para que se realize uma mudança conceitual, são necessárias quatro condições: Insatisfação com respeito às concepções possuídas; Inteligibilidade; Plausibilidade e Fertilidade em relação às novas concepções; (B) A mudança é controlada pelo conjunto das crenças, valores, exigências e ideias existentes no sujeito, que constituem sua ecologia conceitual e funcionam como um ambiente ecológico no qual prevalece a adaptação. (Villani et al., 1997, p.39)

<sup>14</sup>Ressalta-se que, devido à produção no campo da Psicanálise estar vinculada a outros referenciais, apresentaremos apenas às analogias dos dois primeiros campos como resultados da operacionalização das concepções de Laudan.

<sup>15</sup>É importante ressaltar que, em alguns casos, como esse do foco da operacionalização, os excertos foram produtos da síntese da análise feita; devido a isso, não aparecem referenciados.

<sup>16</sup>Segundo Lacey (1998), os valores cognitivos da Ciência estão associados às teorias científicas no que diz respeito à: adequação empírica, consistência, simplicidade, fecundidade, poder explicativo, verdade; certeza. Os valores cognitivos devem cumprir tanto os encargos explicativos quanto os normativos. Eles funcionam num contexto que não apenas está em contato genuíno com a prática científica, mas em que também se reconhece a susceptibilidade dessa prática à crítica racional e a transformações que constituem respostas a tal crítica. (Lacey, 1998, p. 65-66)

<sup>17</sup>Os outros critérios que fundamentam o modelo proposto por Ovando e Cudmani estão relacionados com: a importância das ideias prévias dos estudantes de Engenharia Agrônoma; aportes conceituais de Vigotsky – Zona de Desenvolvimento Proximal – bem como as estratégias relacionadas ao campo investigativo da abordagem de ensino por resolução de problemas (Ovando & Cudmani, 2004).

<sup>18</sup>Guridi, Salinas e Villani (2006) afirmam que o termo concepções epistemológicas dos estudantes ganha ênfase com estudos de Hodson (1993). Até então, era utilizado apenas para fazer referência à natureza da Ciência.

Ensino Médio (EM) não alcançam uma compreensão adequada sobre a Natureza da Ciência, quanto que o modo como às ciências físicas são aprendidas é modelado pelas suas concepções. Guridi, Salinas e Villani admitem que *“é razoável pressupor que uma compreensão adequada dos conhecimentos científicos requer uma compreensão também adequada das concepções epistemológicas que atuam como “moldes” no processo de sua elaboração e validação”*. (Guridi, Villani, & Salinas, 2006, p. 98)

Neste sentido, as dimensões teoria-método-racionalidade laudiana são tomadas como maneiras de articulação e caracterização de cada modelo de Ciência e do conhecimento científico físico inserido no contexto do trabalho. Com isso, busca-se tentar explicar não somente as visões diferentes e inclusive contraditórias sobre o mesmo aspecto da atividade científica apresentados pelos estudantes do EM, mas também compreender se essas contradições eram “inteligíveis”. Como exemplo de contradição, Guridi Salinas e Villani (2006) apresentam as concepções de um estudante que acredita no *realismo ingênuo* (verdade do conhecimento científico) e no *empirismo* (todo conhecimento parte da observação), e, ao mesmo tempo, admite que o conhecimento científico seja imperfeito e produzido coletivamente.

Por fim, Cordeiro e Peduzzi focam nas evidências da racionalidade e objetividade da Ciência. Assim, são auxiliados pela tese filosófica de Laudan (1984), para demonstrar que:

*“os caminhos tortuosos trilhados pela comunidade científica, representada por físicos e radioquímicos nucleares, principalmente, para Lise Meitner (1878 – 1968) e Otto Hahn (1879 – 1968), foram simbólicos no sentido do permanente ajuste entre fatos, métodos e objetivos e valores, feitos por eles, como características justamente da racionalidade da ciência”*. (Cordeiro & Peduzzi, 2016, p. 237)

Além disso, consideram que o *“plano de fundo filosófico é profícuo nas possibilidades de reinterpretação dos conceitos<sup>19</sup> de objetividade e racionalidade, bem como para um ensino de ciências”* (Cordeiro & Peduzzi, 2016, p.237) que leva em conta o aspecto conceitual e epistemológico. Nesta direção, *“dois aspectos essenciais das teses de Laudan (1984) e Longino (1990)<sup>20</sup> são protagonistas do trabalho: os conceitos de racionalidade e de objetividade”* (Cordeiro & Peduzzi, 2016, p. 238).

Frente a essa análise mais aprofundada, é válido observar que a obra de Laudan mais explorada pelos pesquisadores é *“Ciências e Valores”*, publicada em 1984. A partir dela, o ponto chave da discussão dos (as) autores (as) é fazer contrapontos entre os principais conceitos de Laudan com outros epistemólogos, tanto no aspecto de confrontação oposicionista, quanto de aproximação favorável. O primeiro caso ocorre claramente nos trabalhos de Pesa e Ostermann (2002) e Villani *et al.* (1997) e o segundo caso no trabalho de Cordeiro e Peduzzi (2016).

Deste confronto, são destacados os avanços que Laudan representa do ponto de vista da avaliação da produção do conhecimento científico e natureza da ciência, ao apresentar aspectos importantes como: a taxonomia dos problemas conceituais; a convivência entre teorias rivais como uma regra e não como exceção; o conceito de tradição de investigação, dentre outros. Em relação aos seus antecessores e contemporâneos, Laudan fornece novos aportes fundamentais tanto para a História e Filosofia da Ciência, quanto para a compreensão e enfrentamento dos problemas no Ensino de Ciência e de Física.

Nesse sentido, as implicações discutidas a partir dos objetivos dos trabalhos na subseção anterior são reforçadas aqui, na discussão dos focos de operacionalização. Posto que, para enfrentar os problemas de aprendizagem, torna-se necessário compreender em profundidade as concepções epistemológicas dos estudantes. Por conseguinte, pode-se afirmar que a importância das concepções de Laudan para esse propósito reside na necessidade de operacionalizar propostas didáticas em sala de aula, que enfatizem o conteúdo da história da ciência e permitam aos estudantes uma imersão no significado da ciência como uma atividade intelectual de solução de problemas. Nessa direção, os estudantes podem ser levados a compreender que os conhecimentos científicos, frente ao senso comum, são frutos desse processo e, objetivamente, podem instrumentalizá-los de forma substantiva, em situações dentro e fora da escola, que dependam do poder de negociação, comunicação e autonomia, para um progresso estudantil e profissional individual e coletivo.

---

<sup>19</sup>No positivismo, Cordeiro e Peduzzi (2016, p. 238) afirmam que a racionalidade é entendida como a capacidade dos cientistas de seguirem certos procedimentos na investigação científica e se apoiam em determinadas regras em momentos de escolhas teóricas; a objetividade é uma característica do conhecimento científico e do método: o melhor conhecimento (para o realista, o mais verdadeiro) é produto do método racional.

<sup>20</sup>Vale afirma que, como o foco do artigo está restrito a operacionalização das concepções de Laudan, este segundo referencial não será considerado.

## Resultados da operacionalização das concepções de Laudan

No Quadro 4, a seguir, na coluna à esquerda, encontram-se discriminadas as autorias e na da direita, os respectivos resultados. Os resultados estão diretamente relacionados com o foco de cada trabalho (Quadro 3) e foram agrupados de acordo com a proximidade, por exemplo: produção de analogia (Villani *et al.*, 1997; Guridi, Salinas, & Villani, 2006), Implicações para o Ensino de Ciências e proposição de modelos de ensino-aprendizagem (Pesa & Ostermann, 2002; Ovando & Cudmani, 2004) e exploração de episódio histórico (Cordeiro & Peduzzi, 2016).

Em Villani *et al.* (1997), por exemplo, são apresentadas nove (9) analogias, sendo cinco (5) delas no campo da Filosofia da Ciência e quatro (4) no campo da História da Ciência. Guridi, Salinas e Villani (2006) apresentam apenas uma analogia (1). Pesa e Ostermann (2002) pontuam alguns elementos das implicações para a aprendizagem em Ciências. Em Ovando e Cudmani (2004), encontra-se a materialidade do modelo curricular como um guia da prática docente de nível superior, estruturado por um módulo instrucional. Cordeiro e Peduzzi (2016) sistematizam alguns elementos históricos pertinentes.

**Quadro 4.** Resultados da operacionalização das concepções de Laudan.

Autoria	Resultados da operacionalização
Villani <i>et al.</i> (1997)	<p><i>“No campo da Filosofia da Ciência: (1) progresso na aprendizagem equivalente a progresso científico; (2) progresso científico equivalente a mudança conceitual; (3) anomalia em Ciência equivalente a anomalia na aprendizagem; (4) contexto de aceitação e exploração na Ciência equivalente ao contexto de aceitação e exploração na aprendizagem científica; (5) mudança na Ciência equivalente a mudança na aprendizagem científica”.</i></p> <p><i>“No campo da História da Ciência: (1) aceitação da Teoria da Relatividade Especial (TRE) de Einstein equivalente a aceitação provisória dos estudantes; (2) dificuldades da comunidade científica em receber a teoria de Einstein equivalente a dificuldades dos estudantes; (3) familiaridade da comunidade científica com o Princípio da Relatividade aceito na Mecânica Clássica equivalente a aceitação dos estudantes em um referencial absoluto, válido tanto na Mecânica quanto no Eletromagnetismo; (4) processo longo e difícil de aceitação da Teoria da Relatividade pela comunidade científica semelhante ao caminho percorrido pelos estudantes para superar as dificuldades conceituais acerca da velocidade da luz invariante e crença inicial em um referencial absoluto”.</i></p>
Guridi e Salinas e Villani (2006)	<p><i>“Produção de uma analogia entre o conceito de Tradição de Investigação laudanianiana e a concepção epistemológica dos estudantes”. (p. 106)</i></p>
Pesa e Ostermann (2002)	<p><i>“Reconhecimento das limitações do modelo de mudança conceitual fundamentado na epistemologia de Kuhn tanto pelos seus idealizadores Posner e Strike (1993), quanto pelos demais pesquisadores (...) que tomaram a epistemologia de Laudan como alternativa a de Kuhn (...), para propor novos modelos de aprendizagem”. (p. 97)</i></p>
Ovando e Cudmani (2004)	<p><i>Elaboração de um “módulo instrucional sobre a primeira lei da Termodinâmica levando em consideração os avanços no conhecimento dos alunos sobre os fenômenos térmicos”. (p. 32)</i></p>
Cordeiro e Peduzzi (2016)	<p><i>“A visão detalhada do episódio da fissão nuclear leva à compreensão da rede triádica de justificação do modelo reticular de Laudan. No episódio histórico, Meitner, Hahn e Strassmann foram guiados pelo nivelamento das dimensões teórica, metodológica e axiológica”. (p. 251)</i></p> <p><i>“A precisão dos novos métodos, que impeliem a aceitação da produção de bário, exigiu uma revisão axiológica da física nuclear e da radioquímica: a adequação empírica daquelas evidências passou a ser mais forte, para Meitner, Hahn e Strassmann, que a consistência com o modelo nuclear de gota líquida”. (p. 252)</i></p> <p><i>“Meitner e Frisch desenvolveram uma teoria, a da fissão nuclear, que também propôs uma adequação na concepção de núcleo, reorganizando os objetivos e valores cognitivos da ciência nuclear e expondo a dimensão axiológica daquele novo conhecimento: dentro dos novos quadros teóricos ele era, além de consistente com</i></p>

<p><i>uma nova dimensão do modelo nuclear de gota líquida e preciso empiricamente, também mais simples, fecundo e capaz de explicar todas as anomalias que se interpunham à ciência nuclear”. (p. 252)</i></p> <p><i>“(…) as pesquisas de Meitner, Hahn, Strassmann e Frisch não geraram uma controvérsia na ciência, mas, analisadas à luz do que Laudan (1984) propõe sobre o progresso da ciência, mostram que o caráter subdeterminado das diversas dimensões da prática científica foi onipresente naquelas investigações”. (p. 253)</i></p> <p><i>“A atribuição de ilocidade da prática científica, (...) não se sustenta quando se nota que os cientistas envolvidos se guiaram sempre pelos referenciais teóricos, metodológicos e axiológicos de suas ciências e, mais do que isso, propuseram-se a revisar e analisá-los criticamente quando eles não mais resistiam”. (p. 253)</i></p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Retomando a análise, as analogias apresentadas em Villani *et al.* (1997) foram produzidas por duas metáforas fundamentais nos respectivos campos da FC e HC, “progresso na aprendizagem equivalente a progresso científico” e “comunidade de estudantes equivalente à comunidade científica” (Villani *et al.*, 1997, p. 40-42).

Exemplificando, em uma das analogias (2) - progresso científico equivalente a mudança conceitual - Villani *et al.* (1997, p. 40) consideram que, enquanto o progresso científico em Laudan “*é um resultado de longo prazo e alcance (mudança das Tradições de Investigação)*”, que ocorre progressivamente nas teoria, conceitos básicos, métodos de trabalho, ideias explicativas, questões fundamentais e valores; a “*mudança conceitual na aprendizagem envolve cinco elementos: conceitos primitivos, ideias explicativas, métodos de trabalho, finalidades e valores*” (op. cit., p. 40). O primeiro diz respeito aos conceitos de ação, movimento e causa. O segundo, as qualidades intrínsecas. O terceiro, as generalizações rápidas e intuitivas. O quarto e quinto, as soluções locais e práticas.

Para Villani *et al.* (1997, p. 40), a função de tal analogia “*é esclarecer o significado da mudança conceitual*”, mostrando que ela “*ultrapassa o de simples mudança de conceitos*”, a fim de apontar a “*necessidade de monitoramento contínuo do processo e de planejamento de atividades específicas para alcançar a mudança em todos os aspectos*” (op. cit., p. 40).

No campo da HC, a analogia (4) reside em estabelecer uma relação para o:

*“Processo longo e difícil de aceitação da Teoria da Relatividade Especial pela comunidade científica, semelhante ao caminho percorrido pelos estudantes para superar as dificuldades conceituais acerca da velocidade da luz invariante e crença inicial em um referencial absoluto”. (Villani et al., 1997, p. 40)*

Villani *et al.* (1997) admitem um paralelo entre o processo de aceitação da Teoria da relatividade pela comunidade científica (mais longo e difícil) – dependente da aceitação das informações experimentais, da solução dos paradoxos, das dificuldades conceituais com a invariância da velocidade da luz e da crença num referencial absoluto – com o caminho percorrido, em parte, pelos estudantes:

*“a mesma aceitação inicial das informações experimentais, mesmo entusiasmo com as soluções dos paradoxos, mesmas dificuldades conceituais com a velocidade da luz invariante e mesma crença inicial num referencial absoluto. Entretanto, não existe semelhança na aceitação final. Para os estudantes o que sobra é que experimentos com resultados inesperados são explicados com instrumentos matemáticos e com princípios esquisitos: um deles é pouco plausível e o outro tem pouco sentido”. (Villani et al., 1997, p. 44)<sup>21</sup>*

Neste sentido, a analogia tem como ponto importante a diferença entre os processos analisados, visto que “*historicamente a aceitação da TRE acontece via consistência entre resultados experimentais, equações matemáticas e modelos teóricos*” (Villani *et al.*, 1977, p. 44). Por outro lado “*a falta de preocupação com as dificuldades de articulação dos estudantes parece ser o calcanhar de Aquiles do ensino da Relatividade*” (op. cit., p. 44). Em outras palavras, “*as analogias não constituem um resultado*

<sup>21</sup>O grifo em negrito é nosso.



*final*”; “*não têm um fim em si mesmas*”; “*são interessantes somente se são frutíferas*”, no sentido de apontar para “*novidades em relação ao processo de aprendizagem*” (Villani *et al.*, 1997, p. 50).

De mesmo modo, a analogia produzida por Guridi, Salinas e Villani (2006) pode ser exemplificada apresentando, respectivamente, os pontos fortes e as limitações:

*“uma tradição de investigação é comparada com uma concepção epistemológica, por ambas responder a uma determinada concepção de mundo. A TI tem dois níveis de pressupostos, os níveis centrais e os níveis das teorias específicas”. A concepção epistemológica também, os níveis centrais são os de conceitos medulares ligados à determinada concepção de mundo (realismo) e percepção sensível (empirismo) e os de níveis das teorias específicas são a perfectibilidade do conhecimento científico, o caráter coletivo do conhecimento e sua transferência”. (Guridi, Salinas & Villani, 2006, p.106 – tradução livre)*

Sobre a racionalidade, aceitando as concepções epistemológicas como TI's, Guridi, Salinas e Villani (2006) consideram que o processo de formação das concepções dos estudantes pode ser compreendido mediante o apelo à concepção de Laudan relativa à visão da atividade científica orientada para a resolução de problemas. Dos pontos fortes da analogia fica evidente que o conceito de Tradição de Investigação (TI) de Laudan é tomado como marco interpretativo das concepções dos estudantes. Todavia, enquanto o conceito de teoria específica em Laudan (Física Nuclear, Física de Partículas, dentre outras), remete a teorias mais complexas, por exemplo, a Física Quântica como tradição de investigação (Ostermann *et al.*, 2008), as limitações da analogia mostram que as concepções dos estudantes são meramente isoladas, isto é, resumem-se em si mesmas. Isso se deve ao fato de que

*“o limite da analogia se relaciona com o caráter da atividade. Laudan se refere à atividade científica como um contínuo de resolução de problemas dentro de uma tradição com determinados compromissos teóricos e metodológicos. No caso dos estudantes, sua atividade não tem o compromisso teórico e metodológico que tem a atividade dos cientistas. As tradições de investigação estudantil vão se formando por influência de diferentes tipos de atividades, como debates epistemológicos na escola, atividades de resolução de problemas, leituras nos meios de comunicação, entre outras”. (Guridi, Salinas, & Villani, 2006, p.107-108 – tradução livre)*

Para esse último ponto, observa-se que, enquanto a atividade dos cientistas se desenrola por meio do compartilhamento de ideais dentro de determinados compromissos teóricos e metodológicos, o mesmo não pode ser afirmado para os estudantes. Uma vez que estes possuem objetivos deferentes, tais como, concluir o curso das disciplinas escolares e acadêmicas para obter seus diplomas, adquirirem conhecimentos para ingresso no mercado de trabalho, dentre outros objetivos que se distanciam dos objetivos científicos (na visão de Laudan, a solução de problemas).

Não obstante, em Pesa e Ostermann (2002), vale enfatizar que o modelo de aprendizagem proposto por Cudmani pode ser caracterizado, segundo as autoras, da seguinte forma: *modelo de mudança conceitual integrador e reticular*, que reconhece que as mudanças metodológicas, de metas e fins, axiológicas, de pressupostos filosóficos e sociais, não se dão de forma simultânea, pelo contrário, têm como consequência importante a exigência de uma ação docente que esteja intencionalmente dirigida para: a produção de estratégias docentes; os desenhos curriculares; as atividades de aprendizagem e os critérios de avaliação aptos a favorecerem a mudança global que se busca no “sistema cognoscitivo” (Pesa & Ostermann, 2002).

É justamente, atentando para a intencionalidade da ação docente e sua preocupação com a produção de estratégias de ensino, desenhos curriculares, que Ovando e Cudmani (2004) vão propor o modelo curricular guia da prática docente, considerando suas experiências docentes na disciplina de “Elementos de Física” para a Engenharia Agrônoma da Universidade Nacional de Salta. Essas autoras afirmam que:

*“O modelo teórico no qual se desenha uma proposta curricular para o ensino da Termodinâmica: primeira lei, no contexto da carreira de Engenharia Agrônoma, responde as concepções que resgatam a importância de centrar o processo de aprendizagem nas atividades realizadas pelos alunos mediante as quais, constroem seus conhecimentos a partir de suas ideias prévias”. (Ovando & Cudmani, 2004, p. 227 - tradução livre)*

Nessa direção, a pergunta: “*é possível elaborar um desenho curricular que, integrando os aportes da investigação com a prática docente, contribua para alcançar uma aprendizagem significativa no contexto da Engenharia Agrônômica?*” (Ovando & Cudmani, 2004, p. 230), foi tomada como questão de investigação.

Por fim, para os pontos destacados em (Cordeiro & Peduzzi, 2016, p. 251), é possível observar que “*a visão detalhada do episódio da fissão nuclear leva à compreensão da rede triádica de justificação do modelo reticular de Laudan*”, quando a prática científica (de Meitner, Hahn e Strassmann) é guiada pelo “*nivelamento das dimensões: teórica, metodológica e axiológica*” (op. cit., p. 251). Neste contexto, fica evidente que, enquanto Ovando e Cudmani (2004) operacionalizam os conceitos de modelo reticular de Laudan para um desenho curricular, Cordeiro e Peduzzi tentam demonstrar como os métodos, as teorias e valores cognitivos da Ciência foram imprescindíveis para o progresso da Ciência no episódio histórico da fissão nuclear. Portanto, asseveram que a atribuição de ilogicidade da prática científica não possui amparo na História da Ciência (ao menos para o episódio considerado). Isso porque, se nota que os cientistas envolvidos se guiaram sempre pelos referenciais teóricos, metodológicos e axiológicos de suas Ciências.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Observando o objetivo deste trabalho – apresentar uma sistematização acerca de como são operacionalizadas as concepções epistemológicas de Larry Laudan na literatura brasileira do Ensino de Ciências e Ensino de Física – pode-se constatar, no contexto dos periódicos investigados, que os resultados encontrados permitiram evidenciar três pontos interessantes: (1) que o epistemólogo possui relevante visibilidade na literatura, porém, é reduzido o número de pesquisadores (as) que operacionalizam suas concepções; (2) que a operacionalização dos conceitos é realizada para a construção de analogias, produzir implicações para o Ensino de Ciências, mediante contraponto com outros epistemólogos, elaboração de modelo de ensino-aprendizagem como marco de referência para a prática docente e exploração de episódio histórico; (3) no campo investigativo da aprendizagem, via modelo de mudança conceitual, as analogias são construídas tanto para estabelecer relações entre as concepções espontâneas dos estudantes e os conceitos epistemológicos de Laudan, quanto para aperfeiçoar o próprio modelo. Observa-se, porém, que apesar dos conceitos de Laudan mais operacionalizados estarem referenciados a partir da obra *Ciências e Valores, eles são originados* na sua primeira obra “*O progresso e seus problemas: rumo a uma teoria do crescimento científico*”. Por sua vez, isso reforça a tese da importância desta obra, mostrando o caráter basilar das concepções de Laudan relativas à visão de ciência como atividade de solução de problemas.

Um ponto mais crítico que também pode ser observado, é que a exploração da potencialidade dos episódios históricos citados por Laudan em sua obra “*O progresso e seus problemas*” tem ficado alheia ao foco da maioria dos trabalhos publicados nos periódicos investigados. Com isso, destaca-se que a prioridade das pesquisas tem sido direcionada apenas para questões investigativas mais globais, ou seja, estruturação de modelo de aprendizagem, compreensão das concepções dos estudantes, elaboração de modelo curricular para prática docente. Em contrapartida, isso pode revelar duas implicações importantes: (1) que a questão esteja relacionada ao fato de que, para explorar tal potencialidade, torna-se necessário mergulhar com propriedade na História da Ciência; e (2) que as pistas deixadas por Laudan não são suficientes para dar segurança à exploração dos episódios históricos que corroboram sua tese.

Com efeito, considerando que a compreensão da natureza da ciência é um dos componentes fundamentais para a formação crítica de professores e estudantes (Moura, 2014), pode-se afirmar que os resultados acerca da operacionalização das concepções de Laudan, denotam certa urgência para atacar o problema do uso didático da HFC, em conformidade com as preocupações apresentadas (Damásio & Peduzzi, 2017; Schirmer & Sauerwein, 2014; Teixeira *et al.*, 2012; Queirós *et al.*, 2009; Greca *et al.*, 2002; Carvalho & Vannucchi, 1996; Matthews, 1995).

Portanto, é possível conjecturar que, se for levado em consideração à proficiência da visão pragmática de Ciência de Laudan, particularmente, para explorar os episódios históricos mencionados em sua obra, relacionados à: astronomia copernicana, modelo de interação elétrica de Faraday; teoria da evolução, radioatividade; gravitação newtoniana; movimento browniano, dentre outros, acredita-se na possibilidade de evidenciar elementos substantivos para o Ensino de Ciências e, especialmente, para o Ensino de Física. Além disso, poder ampliar suas contribuições na direção de apontar a proficiência de suas ideias para a comunidade brasileira da educação científica.



## **Agradecimentos**

Nossos agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro (Bolsa) para a realização de toda pesquisa, que tem como primeiro fruto este presente trabalho.

## **REFERÊNCIAS**

- Bardin, L. (1997). *Análise de conteúdo*. Lisboa, Portugal: Edições 70.
- Carvalho, A. M. P., & Vannucchi, A. (1996). O currículo de física: inovações e tendências nos anos noventa. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(1), 3-19. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/644/435>
- Cordeiro, M. D., & Peduzzi, L. O. Q. (2016). Valores, métodos e evidências: objetividade e racionalidade na descoberta da fissão nuclear. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 9(1), 235-262. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2016v9n1p235>
- Dal Magro, T. (2013). Critério de decisão entre hipóteses científicas Rivais: Kuhn, Lakatos e Laudan. *Cognitio-Estudos*, 10(2), 174-190. Recuperado de <https://revistas.pucsp.br/cognitio/article/view/12701/13259>
- Damásio, F., & Peduzzi, L. O. Q. (2017). Para que ensinar ciência no século XXI? – Reflexões a partir da filosofia de Feyerabend e do ensino subversivo para uma aprendizagem significativa crítica. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 20(e2951), 1-17. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172018200114>
- Greca, I. M., Costa, S. S. C., & Moreira, M. A. (2002). Análise descritiva e crítica dos trabalhos de pesquisa submetidos ao III ENPEC. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 2(1), 73-82. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4150>
- Gurid, V., Salinas, J., & Villani, A. (2006). Contribuciones de la epistemología de Laudan para la comprensión de concepciones epistemológicas sustentadas por estudiantes secundarios de física. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(1), 97-117. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/506/305>
- Hessen, B. (1984). As raízes sociais e econômicas dos “Principia” de Newton. *Revista de Ensino de Física*, 6(1), 37-55. Recuperado de <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol06a06.pdf>
- Hodson, D. (1993). Philosophic stance of secondary school science teachers, curriculum experiences and children’s understanding of science: some preliminary findings. *Interchange*, 24(1-2), 41-52. <https://doi.org/10.1007/BF01447339>
- Koyré, A. (2012). *Estudos de história do pensamento científico*. (3a ed.). São Paulo, SP: Forense Universitária.
- Kuhn, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. Tradução de Agustín Contin. Tlalpan, México: Fce.
- Kuhn, T. (1990). *A revolução copernicana: a astronomia planetária no desenvolvimento do pensamento ocidental*. Tradução de Marília Costa Fontes. Lisboa, Portugal: Edições 70.
- Lacey, H. (1998). *Valores e atividade científica*. São Paulo, SP: Discurso Editorial/FAPESP.
- Laudan, L. (1977). *Progress and its problems: towards a theory of scientific growth*. Berkeley, United States of America: University of California Press.
- Laudan, L. (1984). *Science and values*. Berkeley, United States of America: University of California Press.

- Laudan, L. (2011). *O progresso e seus problemas: rumo a uma teoria do crescimento científico*. Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo, SP: Unesp.
- Lakatos, I. (1989). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid, España: Alianza.
- Longino, H. (1990). *Science as a social knowledge*. Princeton, United States of America: Princeton University Press.
- Matthews, M. R. (1995). História e filosofia e ensino de ciências: uma tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-214. <https://doi.org/10.5007/%25x>
- Matthews, M. R. (1989). A role for history and philosophy in science teaching. *Interchange*, 20(2), 3-15. <https://doi.org/10.1007/BF01807043>
- Medeiros, A., & Monteiro, M. A. A. (2002). Invisibilidade dos pressupostos e das limitações da teoria copernicana nos livros didáticos de física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 19(1), 28-50. <https://doi.org/10.5007/%25x>
- Mendonça, A. L. O., & Videira, A. A. P. (2007). Progresso científico e incomensurabilidade em Thomas Kuhn. *Revista Scientiae Studia*, 5(2), 169-83. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-31662007000200003>
- Moreira, M. A., & Massoni, N. T. (2011). *Epistemologias do século XX*. São Paulo, SP: Pedagógica Universitária Ltda.
- Mortimer, E. F. (1996). Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(1), 20-39, 1996. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/645>
- Moura, B. A. (2014). O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(1), 32-46. Recuperado de [http://www.sbh.org.br/arquivo/download?ID\\_ARQUIVO=1932](http://www.sbh.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=1932)
- Nickles, T. (2017). Historicist Theories of Scientific Rationality. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* Recuperado de <https://plato.stanford.edu/entries/rationality-historicist/#HistConcRatiBattBigSyst>
- Ostermann, F., Cavalcanti, C. J. H., Ricci, T. F., & Prado, S. D. (2008). Tradição de pesquisa quântica: uma interpretação na perspectiva da epistemologia de Larry Laudan. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 367-386. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10183/94531>
- Ovando, M. M., & Cudmani, L. C. (2004). Primeros resultados de una experiencia piloto sobre enseñanza de la física en carreras de ingeniería agronómica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 9(3), 223-242. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/527>
- Pesa, M., & Ostermann, F. (2002). La ciencia como actividad de resolución de problemas: la epistemología de Larry Laudan y algunos aportes para las investigaciones educativas en ciencias. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 19(n. esp.), 84-99. <https://doi.org/10.5007/%25x>
- Posner, G., & Strike, K. (1993). A revisionist theory of conceptual change. In: Duschl, R., & Hamilton, R. (Eds.). *Philosophy of Science, cognitive psychology and educational theory and practice* (147-176). New York, United States of America: State University of New York Press.
- Queirós, W. P., Batisteli, C. B., & Justina, L. A. D. (2009). Tendência das pesquisas em história e filosofia da ciência e ensino de ciências: o que o ENPEC e o EPEF nos velam? In *Atas do Encontro Nacional de Educação em Ensino de Ciências – SC* (p.1-12). Florianópolis, SC, Brasil.
- Schirmer, B. S., & Sauerwein, S. P. I. (2014). Recursos Didáticos e história e filosofia da ciência em sala de aula: uma análise em periódicos de ensino nacionais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(3), 61-77. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4293>
- Teixeira, E. S., Greca, I. M., & Freire, J. O. (2012). The history and philosophy of science in physics teaching: a research synthesis of didactic interventions. *Science & Education*, 21(6), 771–796. <https://doi.org/10.1007/s11191-009-9217-3>

Villani, A., Barolli, E., Cabral, T. C. B., Fagundes, M. B., & Yamazaki, S. C. (1997). Filosofia da ciência, história da ciência e psicanálise: Analogias para o ensino de Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 14(1), 37-55. <https://doi.org/10.5007/%25x>

Villani, A. (1992). Conceptual change in science and science education. *Science Education*, 76(2), 223-237. <https://doi.org/10.1007/BF00869953>

**Recebido em:** 02.06.2018

**Aceito em:** 11.07.2019