

## CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS DE REPORTAGENS SOBRE CIÊNCIA NA MÍDIA IMPRESSA BRASILEIRA E SUAS IMPLICAÇÕES NO ÂMBITO EDUCACIONAL

*Epistemological concepts in science articles published in Brazilian printed media and its educational implications*

**Gabriel Abreu Mussato** [gamussatto@hotmail.com]

*Pontifícia Universidade Católica*

Av. Ipiranga, 6681 – CEP 90619-900 – Porto Alegre

**Francisco Catelli** [fcatelli@ucs.br]

*Universidade de Caxias do Sul*

Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 - CEP 95070-560 - Caxias do Sul

### Resumo

Este artigo tem como objetivo central produzir novas compreensões sobre o fenômeno epistemológico do discurso científico veiculado pela mídia impressa nacional e suas implicações na educação. Mais especificamente, consiste no relato de uma pesquisa realizada em duas etapas. Na primeira, faz-se uma análise das concepções epistemológicas subjacentes a reportagens sobre Física de três revistas brasileiras de generalidades: *Época*, *Isto É!* e *Veja*. Na segunda, faz-se uma avaliação de suas implicações no âmbito da educação científica, de modo geral, e no ensino de ciências, em específico. A análise é feita por meio do método de análise textual discursiva, da qual emergiram dois domínios de entendimento: *Questões do Método Científico* e *Questões de Representatividade*. Os resultados da pesquisa emergem da avaliação das implicações desses domínios no âmbito educacional, comparando-os com resultados de pesquisas da mesma área e refletindo sobre suas possíveis consequências na educação científica.

**Palavras-chave:** Popularização da Ciência; Educação científica; Epistemologia.

### Abstract

This paper aims to provide new insights into the epistemological phenomenon produced by the Brazilian printed media scientific discourse and its implications for education. It consists of a two-step research report. The first step is an analysis of the epistemological concepts found in articles on Physics published by three Brazilian news magazines: *Época*, *IstoÉ!* and *Veja*. The second step is an assessment of its implications for science education. The texts were analyzed based on the discursive textual analysis method, by which two domains of understanding were identified: Scientific Method Issues and Representation Issues. Results come from assessing the implication of these domains for education, contrasting them with the results of other studies in the same field and discussing their potential consequences for science education.

**Keywords:** Science Popularization; Science Education; Epistemology.

## Introdução

A sociedade contemporânea é uma sociedade técnico-científica. Um indivíduo nela inserido, para articular-se de modo razoável, deve estar familiarizado com alguns conhecimentos científicos básicos de ciência e tecnologia. Em muitas situações da vida moderna, as pessoas depositam grande confiança em narrativas baseadas, de modo mais ou menos direto, em algum conhecimento científico.

Embora a ciência esteja imersa na cultura e na vida contemporânea, certa ignorância científica parece se manifestar, por vezes, de modo alarmante nas sociedades, mesmo nas dos países ditos desenvolvidos. Estima-se, por exemplo, “que menos da metade dos americanos adultos compreendem que a terra gira anualmente em torno do sol, que apenas 21% podem definir o DNA e que só 9% sabem o que é uma molécula” (Epstein, 1998, p. 60). No Brasil, a situação não parece ser melhor, já que “50% dos brasileiros não sabem localizar o país no mapa” (França, 2007). Nesse sentido, não raramente, escuta-se falar em uma crise da educação científica.

Muito desse quadro é atribuído a deficiências do sistema educacional formal. Fourez (2003), por exemplo, faz uma revisão do que chama *crise do ensino de ciências*. O autor destaca diversos atores dessa crise, entre eles: (i) os jovens, que atualmente não aceitam a imposição do estudo de ciências sem que lhes mostrem sua importância; (ii) os professores de ciências, que, além de experienciar uma crise da própria profissão, tiveram sua formação mais “centrada sobre o projeto de fazer deles técnicos de ciências do que de fazê-los educadores” (Fourez, 2003, p.111); e, dentre outros mais, (iii) o mundo industrial, que se preocupa apenas com os fatores econômicos e da falta de demanda de profissionais ligados à ciência.

Diversas propostas pedagógicas vêm sendo assinaladas como soluções dessa crise. No contexto da educação científica, uma tendência bastante recorrente é atribuir à epistemologia um papel fundamental nas diretrizes de tal reforma. É justamente nesse pano de fundo que se desenvolve esta pesquisa: a reflexão sobre o papel da epistemologia na educação científica.

A relação que cada indivíduo e a sociedade têm com a ciência estabelece-se a partir de complexas imbricações de discursos. O discurso de ciência produzido na escola é certamente um dos fatores relevantes da constituição dessa relação, e, não raramente, o âmbito da educação científica é reduzido ao ensino de ciências. No entanto, a escola não é a única responsável – nem pela crise, nem pelos méritos – dos processos educacionais da ciência.

Em meio a esse emaranhado de discursos científicos, os veiculados por grandes meios de comunicação modulam diversos fenômenos científicos na sociedade. E mais, alguns autores defendem que o conhecimento científico do público em geral é constituído mais pelas imagens veiculadas pela mídia do que pela escola, por exemplo. “O público, em geral, conhece a ciência menos pela experiência direta ou pela educação prévia do que através do filtro da linguagem e das imagens do jornalista” (Epstein, 1998, p. 60).

Esta pesquisa tem dois objetivos centrais: compreender o fenômeno epistemológico do discurso científico de um fragmento da mídia e avaliar suas implicações no âmbito da educação científica. Mais especificamente, fazer uma análise das concepções epistemológicas de reportagens sobre Física de três revistas de generalidades do país – *Época*, *IstoÉ!* e *Veja* –, para, em seguida, refletir sobre como essas concepções influenciam aspectos educacionais da ciência, especialmente no âmbito do ensino. Esses dois objetivos constituem duas etapas distintas da pesquisa.

A primeira etapa, referente ao objetivo de compreender o fenômeno epistemológico das reportagens, é orientada por questões sobre a natureza do conhecimento científico: *Qual é a natureza da ciência? Como opera? Como é validada? O que caracteriza a ciência como tal e como*

*a distinguir de outros conhecimentos? Como ela progride? O que ela representa? Quais são as causas e consequências sociológicas da ciência?*

Na segunda etapa, referente ao objetivo de avaliar as implicações educacionais, questões como as que seguem norteiam a investigação: *Quais as possíveis implicações de tais concepções na educação científica? E no âmbito do ensino? Há relações significativas com processos de aprendizagem? Há consequências na cultura científica?*

Desse modo, esta pesquisa não se limita a apenas analisar a noção científica veiculada por revistas, mas também o que tal noção possivelmente provoca no contexto da educação científica.

## **Epistemologia das Ciências**

A palavra “epistemologia” tem diversos significados e é aplicada em contextos bastante distintos. Pode ser considerada como teoria, disciplina, área ou conceito. Este trabalho não tem por objetivo debater os vários modos de empregar o termo, mas apenas contribuir para discernir a concepção que servirá de orientação metodológica.

No sentido etimológico, “epistemologia” significa estudo da ciência. É derivada das palavras gregas: *epistème*, que significa ciência ou verdade, e *logos*, que significa estudo ou discurso (Ramos, 2000). Assim, epistemologia configura-se como um estudo crítico de todos os domínios do conhecimento, desde sua definição até sua origem, validação e constituição, e é dentro dessa acepção que ela será tomada subsequentemente.

O quadro teórico seguinte conforma-se em dois grandes domínios: *Questões do Método Científico* e *Questões de Representatividade*. O primeiro domínio refere-se aos procedimentos que levam ao conhecimento científico. O segundo domínio, *Questões de Representatividade*, faz referência ao conteúdo semântico do conhecimento científico em relação à realidade.

### ***Questões do método científico***

As questões de método referem-se à reflexão crítica a respeito dos procedimentos que levam ao conhecimento científico. Nesta seção, foram distinguidos três aspectos do empreendimento científico: a *origem*, a *validação* e o *desenvolvimento do conhecimento científico*. Respectivamente, esses enfoques produziram as seguintes categorias de abordagem do tema: *Contexto da Descoberta*, *Contexto da Justificação* e *Progresso Científico*.

#### ***Questões do método científico - Contexto da descoberta***

O contexto da descoberta refere-se à origem do conhecimento científico. Mais especificamente, enfatiza os procedimentos utilizados pelos cientistas na geração de teorias científicas. Nesta seção, apresentam-se três concepções de descoberta: *Descoberta Indutivista*, *Descoberta Hipotético-dedutiva* e *Descoberta Heurística*.

*Descoberta Indutivista* - Nessa perspectiva, a *descoberta* começa com uma série de observações lúcidas e neutras, seguidas do procedimento lógico – chamado de *indução* - que leva de enunciados particulares a *afirmações universais*.

*Descoberta Hipotético-dedutiva* - Essa orientação diz que não há um padrão único e específico subjacente a esse processo, o qual pode ser concebido de qualquer maneira, inclusive por modos irracionais.

*Descoberta Heurística* - Não exclui a criatividade e a indução como elementos constituintes de descobertas, mas esses, bem como outros aspectos, estão sempre inseridos em um contexto que envolve uma série de métodos que, mesmo não sendo regras definitivas de solução de problemas, orientam a atividade do cientista.

#### *Questões do método científico - Contexto da justificação*

O contexto da justificação refere-se ao modo como o conhecimento científico é testado e validado. Nesta seção, apresentam-se quatro concepções de justificação: *Justificação por verificação*, *Justificação por falseamento*, *Justificação pela via da experimentação* e *Justificação como fenômeno social*.

*Justificação por verificação* - A verificação, tal como concebida pelos positivistas, está relacionada à demonstração conclusiva da veracidade ou da falsidade de uma afirmação a partir de sua correspondência com acontecimentos observáveis.

*Justificação por falseamento* - Parte do princípio de que uma teoria é uma conjectura ou uma tentativa de resposta feita a problemas aos quais as teorias concorrentes ou antecessoras não responderam satisfatoriamente.

*Justificação pela via da experimentação* - Afirma que ciência desenvolveu recursos capazes, não de eliminar, mas de minimizar os efeitos subjetivos da observação através de métodos especializados, controlados e variados de realizá-los.

*Justificação como fenômeno social* - Ressalta a influência de contextos sociais na produção de conhecimento científico.

#### *Questões do método científico - Progresso científico*

A ideia de que a ciência é um empreendimento humano que progride é bastante consensual na filosofia da ciência. A reflexão sobre o progresso científico enfatiza o desenvolvimento de teorias individualmente, a metodologia de escolha de teorias concorrentes e os mecanismos de troca de uma teoria por outra. Nesta seção, são apresentadas três concepções: *Desenvolvimento-acumulação*, *Desenvolvimento Racional* e *Revoluções Científicas*.

*Desenvolvimento-acumulação* - Trata-se de uma descrição em torno de um acúmulo de evidências, fatos científicos, teorias e métodos que vão sendo reunidas através da pesquisa científica.

*Desenvolvimento racional* - Essa concepção epistemológica de progresso da ciência tenta estabelecer critérios racionais para explicar o desenvolvimento de uma teoria científica, bem como os critérios de escolha e substituição de uma teoria por outra.

*Revolução científica* - Esse modelo diferencia-se por não considerar a evolução do conhecimento como um acúmulo linear de conhecimento, mas como uma sequência de rupturas estruturais.

### *Questão de representatividade*

A questão de representatividade constitui-se na reflexão sobre a relação entre o conhecimento científico e a realidade. Ou seja, ao que a ciência refere-se? Aqui, distinguem-se duas compreensões sobre o que o conhecimento científico representa: a realista e a antirrealista.

**Realismo científico** - A posição realista afirma que a ciência alude a uma realidade ontológica, independente do saber humano.

**Antirrealismo** - Relativiza a aceção de que haja uma correspondência direta entre as entidades do conhecimento científico e a realidade.

### **Método**

Esta pesquisa foi realizada em dois estágios distintos. O primeiro deles constitui-se em uma análise de reportagens de ciência de três revistas nacionais de generalidades, com o intuito de compreender o fenômeno epistemológico subjacente a esse gênero de discurso. E o segundo, compõe-se por uma reflexão das implicações das concepções epistemológicas emergidas na primeira etapa da pesquisa, no âmbito da educação científica. A seguir, descreve-se, mais detalhadamente, o método utilizado em cada um dos estágios.

O primeiro estágio pode ser dividido em pré-análise e análise textual discursiva (Moraes; Galiuzzi, 2011). A pré-análise é a fase de constituição do *corpus* da pesquisa. Nela, foram realizadas a definição, busca e seleção do material de análise. Os critérios de seleção do *corpus* da pesquisa foram quanto ao gênero de discurso, à relevância no quadro nacional, ao conteúdo editorial, ao período de publicação e aos aspectos epistemológicos. As revistas que satisfizeram todos os critérios foram: *Veja*, *IstoÉ!* e *Época*.

A análise textual discursiva das reportagens é composta de três etapas: *unitarização*, *categorização* e *comunicação* (Moraes; Galiuzzi, 2011). A *unitarização* consiste na desmontagem do texto em fragmentos enunciativos cujo sentido atribuído referencia o fenômeno pesquisado. A *categorização* estabelece, por confronto, relações entre as unidades construídas na primeira etapa. As unidades foram categorizadas por semelhança de significação. A *comunicação* consiste na produção de um metatexto que descreve interpreta os significados da análise do *corpus*. Foram produzidos textos parciais referentes a cada categoria, estabelecendo inter-relações, mas sempre com a perspectiva de um argumento central que se refira ao fenômeno epistemológico como um todo.

O segundo estágio da pesquisa consiste em uma avaliação das implicações do fenômeno epistemológico emergido da análise das reportagens selecionadas no âmbito da educação científica. Procedeu-se de dois modos distintos: Uma avaliação por contraste e outra avaliação interna. Na *avaliação por contraste*, fez-se uma reflexão das consequências das concepções epistemológicas,

comparando-as com as concepções epistemológicas de outros *corpus* oriundos de outras pesquisas. No caso, contrastam-se os aspectos epistemológicos das revistas com outros três atores da educação científica: O currículo de ciências, os professores e os livros didáticos.

Na *avaliação interna*, faz-se uma reflexão das possíveis implicações das concepções surgidas da análise das revistas na educação científica. Essa avaliação foi feita em relação aos aspectos mais relevantes de cada uma das categorias de análise, sempre em uma dialógica entre o ensino de ciências, de modo particular, e a educação científica, de modo abrangente.

Os títulos das reportagens selecionadas e a codificação adotada para cada uma estão no Quadro 1 a seguir.

**Quadro 1** – Codificação adotada para identificação dos textos nas revistas.

CODIFICAÇÃO/TÍTULO
RET1 – Revista Época – Texto 1 (A nova era da incerteza)
RET2 – Revista Época – Texto 2 (A fotografia da partícula de Deus)
RET3 – Revista Época – Texto 3 (O que o bóson tem a ver com Deus?)
RET4 – Revista Época – Texto 4 (Como universo funciona)
RET5 – Revista Época – Texto 5 (Uma breve história da física)
RIET1 – Revista IstoÉ! – Texto 1 (Mais perto de Deus)
RIET2 – Revista IstoÉ! – Texto 2 (Os gênios também erram)
RVT1 – Revista Veja – Texto 1 (Tem confusão no céu da ciência e da crença)
RVT2 – Revista Veja – Texto 2 (Encaixou-se perfeitamente)

## O fenômeno epistemológico

Nesta seção, apresentam-se as principais compreensões advindas da análise textual discursiva do *corpus* da pesquisa. Elas foram agrupadas em dois domínios<sup>1</sup>: *Questões do Método Científico*, *Questões de Representatividade*. Cada domínio foi dividido em categorias e algumas categorias em subcategorias. A seguir, as categorias e subcategorias de cada domínio serão apresentadas. De todas as categorias e subcategorias levantadas nesta pesquisa, foram selecionadas as mais relevantes para os propósitos deste artigo.

<sup>1</sup> Neste artigo será omitido um terceiro domínio que se fez presente na pesquisa: *Questões Sociológicas da Ciência*. Também serão omitidas algumas categorias e subcategorias dos domínios presentes. A motivação da omissão é reduzir a extensão do artigo. Um tratamento mais completo, que inclui as categorias aqui omitidas, pode ser encontrado em <http://www.uces.br/site/pos-graduacao/formacao-stricto-sensu/educacao/dissertacoes/>.

### *Questões do método científico*

Esse domínio constitui-se em uma reflexão sobre procedimentos que levam ao conhecimento científico, e foi dividido em três categorias estabelecidas *a priori*: *Contexto da Descoberta*, *Contexto da Justificação* e *Progresso Científico*. Cada categoria apresenta subcategorias que serão apresentadas na sequência.

#### ***Questões do método científico: contexto da descoberta***

Uma concepção de *descoberta científica* construída na análise das reportagens das revistas se relaciona com a visão *hipotético-dedutiva*. Essa concepção concebe a descoberta como formulação especulativa e conjectural de hipóteses. Destacam-se as seguintes unidades:

“Nos últimos 40 anos, um leque de especulações teóricas foi desenvolvido para responder a esse tipo de pergunta<sup>2</sup>” (RET2, p. 37)<sup>3</sup>.

“Com base nesse tipo de hipótese, alimentada por doses astronômicas de especulação, construiu-se o edifício da física moderna” (RET1, p. 82).

Nessa acepção, no entanto, as hipóteses devem ser testadas empiricamente. Essa característica pode ser relacionada com a seguinte unidade, que é uma citação do cientista Krauss:

“Agora, a água gelada do experimento científico levará embora várias ideias erradas e pode nos apontar para a direção certa” (RET2, p. 37).

Dessa menção, infere-se que a experimentação indicará as falhas das hipóteses, independentemente de como estas foram formuladas. Assim, a descoberta é entendida como um processo que não segue regras específicas e, por tal motivo, não é analisável pela filosofia da ciência. A elaboração de hipóteses no contexto de descoberta geralmente é atribuída a processo imaginativo e criativo do cientista<sup>4</sup>, cuja análise é direcionada com frequência à psicologia e sociologia. Popper afirma que o “ato de conceber ou inventar uma teoria parece-me não ligar para a análise lógica, nem ser suscetível a ela [...] a questão de como ocorre uma ideia nova [...] pode ser de grande interesse para a psicologia empírica, mas é irrelevante para a análise lógica do conhecimento científico<sup>5</sup>” (Popper *apud* Ladyman, 2002, p. 75).

O papel da imaginação e da criatividade no contexto da descoberta foi relacionado de modo bastante direto nas seguintes unidades:

“Albert Einstein, o gênio da relatividade, imaginava-se cavalgando um raio de luz para refletir sobre a relação entre tempo e espaço” (RET1, p. 82).

---

<sup>2</sup> As unidades reproduzidas neste artigo são compostas apenas pelos trechos que referenciam os significados assinalados. Para ter acesso ao contexto no qual estão inseridas, consultar os textos originais nos anexos do trabalho completo em: <http://www.uces.br/site/pos-graduacao/formacao-stricto-sensu/educacao/dissertacoes/>.

<sup>3</sup> As referências das unidades serão apresentadas em códigos com a intenção de aumentar a fluidez da leitura.

<sup>4</sup> A distinção entre o contexto de descoberta e o contexto de justificação remonta a Reichenbach (NORRIS, 2008, p. 83), o qual remete à Psicologia, à Sociologia e à História uma análise mais aguda do contexto de descoberta. Hoje, há a defesa, até certo ponto enfática, do ponto de vista segundo o qual o processo de construção da Ciência é excessivamente complexo, e para apreendê-lo, é necessário considerar esses dois contextos (descoberta e justificação) como indissociáveis (HODSON, 1985).

<sup>5</sup> Tradução nossa. Texto original: “The act of conceiving or inventing a theory seems to me neither to call for logical analysis nor to be susceptible to it... the question of how it happens that a new idea occurs... may be of great interest to empirical psychology; but it is irrelevant to the logical analysis of scientific knowledge.” (Popper *apud* Ladyman, 2002) Obra não consultada: Popper, Karl. *The logic of scientific discovery*. London: Routledge and Kegan Paul, 1959.

“Não precisamos chamar de religião, pois essa busca pela verdade depende da criatividade humana, não de uma revelação profética inexplicável” (RET3, p. 38).

Há fatores psicológicos que contribuem para o desenvolvimento do processo criativo. Um desses fatores, segundo a análise das seguintes unidades, é a dúvida e o fascínio pelo desconhecido.

“Mas que o fascínio pelo desconhecido funciona como mola criativa para especulação científica, especialmente em áreas onde deparamos com o que chamo de ‘grandes perguntas’, me parece ser inegável” (RET3, p. 38).

Outra questão levantada pela análise é a influência de crenças de ordem metafísica na elaboração de hipóteses. O projeto filosófico positivista tentou eliminar a metafísica do âmbito da ciência. Essa tentativa acabou sendo abandonada pelos próprios autores proponentes, por não ter sustentação lógica e experimental. Já outros autores, como Kuhn (2003), afirmam que suposições metafísicas constituem a estrutura de teorias científicas. Nas seguintes passagens, infere-se a relação que o cientista tem com sua espiritualidade e fé religiosa:

“Para muitos cientistas, a busca pelos segredos da natureza tem um lado espiritual, algo que o próprio Einstein chamou de ‘mistério cósmico profundo’ ” (RET3, p. 38).

“a busca de uma teoria de todas as coisas é quase como a busca do divino” (RET4, p.47).

### ***Questões do método científico: contexto da justificação***

Outro aspecto emergente na análise dos textos refere-se a como o conhecimento científico é validado e quais são as diferenças entre conhecimentos ditos científicos e os não científicos. A seguir, descrevem-se algumas compreensões do contexto da justificação referentes a uma das subcategorias produzidas pela análise: *critérios de demarcação*.

Uma das reportagens (RVT1) faz menção explícita ao que caracteriza um enunciado científico e à maneira que eles diferenciam-se de enunciados de outros tipos. Os critérios de tal distinção, ou de demarcação, emergidos na análise, são bastante semelhantes aos descritos pelo *falseacionismo* de Popper. No caso específico, três critérios de demarcação científica citados por Popper foram relacionados com os critérios descritos nas reportagens: (1) enunciados falseáveis; (2) preferência por alto grau de falseabilidade; e (3) refutação no caso de terem sido falsificadas por testes observacionais. Apresentam-se, no parágrafo seguinte, três citações do texto, cada qual correspondendo a um critério.

O *critério de falseabilidade* pode ser sucintamente descrito pela seguinte citação de Popper: “*deve ser possível de refutar, pela experiência, um sistema científico empírico*”<sup>6</sup> (Popper, 1975, p. 42). Esse critério é usado na interpretação da seguinte unidade:

“É inimaginável um astrólogo que possa garantir: ‘Apresente-me uma única previsão astrológica que não tenha se concretizado e rasgo meus mapas astrais’” (RVT1, p. 90).

---

<sup>6</sup> Itálico no texto original.



Fazendo uma leitura a partir de uma perspectiva popperiana, a análise sugere que enunciados pseudocientíficos – no caso específico vindos da astrologia – não são falseáveis, pois nenhum enunciado de observação é capaz de refutá-los. Independentemente de a previsão astrológica ter se concretizado ou não, o astrólogo terá uma explicação *ad hoc* para manter invariável seu mapa astral.

O critério de grau de falsificação, segundo Popper (2006), diz que uma teoria aumenta seu conteúdo empírico conforme “afasta uma classe mais ampla de enunciados básicos”, objetivando “restringir a um mínimo a gama de eventos permitidos” (p. 122). Esse critério foi usado na interpretação da seguinte unidade:

“As verdades científicas são de formulações simples. Elas se anunciam de forma direta e transparente, expondo sem rodeios suas fragilidades – e é nisso que encontra sua força” (RVT1, p. 90).

Assim como a análise da unidade, Popper também atribui maior apreciação científica a enunciados com “formulações simples”, “*porque eles nos dizem mais, porque encerram um conteúdo empírico maior e porque são suscetíveis de testes mais rigorosos*” (2006, p.155). Já a forma “direta”, com que devem ser anunciados, pode ser interpretada como sendo a clareza e a precisão de um enunciado.

Sabe-se que, na perspectiva popperiana, um modo de aumentar o grau de falsificação de um enunciado é estabelecendo precisamente suas proibições observacionais. Isto é, ele deve ser “suscetível de conflitar com a experiência observacional” (Popper, 2006, p. 142), explicitando aquilo que o refuta ao ser observado. Um enunciado “transparente” deixa claro o que o falsifica e expõe “sem rodeios suas fragilidades”, afirmando quais observações não podem ocorrer para que ele se mantenha forte.

Já a exigência de refutação de teorias por incompatibilidade observacional pode ser relacionada de modo mais direto na seguinte unidade, que inclui uma suposta citação de Charles Darwin:

“Tome-se como exemplo Charles Darwin, pai da evolução, sobre um dos pilares de sua descoberta. ‘Apresentem-me um único ser vivo que não teve antepassado e toda a minha teoria pode ser jogada no lixo’ ” (RVT1, p. 90).

Uma vez observado consistentemente algo incompatível com o enunciado derivado de uma teoria, essa deve ser invariavelmente refutada. Ou “em outras palavras, se as conclusões tiverem sido *falseadas*<sup>7</sup>, esse resultado falseará também a teoria da qual as conclusões foram logicamente deduzidas” (Popper, 2006, p. 34).

Os critérios de demarcação surgidos da análise das referidas unidades foram relacionados com os do *falseacionismo* de Popper. No entanto, outras unidades foram relacionadas com a aceção de que há uma parte da estrutura teórica que não está sujeita à falsificação. O conceito de *Núcleo Firme* proposto por Lakatos (1989) pode ser usado como um auxílio na construção de algumas compreensões. A seguinte unidade, por exemplo, sugere que os cientistas dispensam a possibilidade de refutação das afirmações que compõem o *núcleo firme* por um consenso metodológico, a partir das quais se constroem as demais estruturas da teoria:

“‘Não existem interações instantâneas na natureza’. Essa afirmação de Einstein tem a simplicidade e a força de um mandamento bíblico. Sobre ela

---

<sup>7</sup> Grifo no texto original.

repousa toda física do século XX e destes primeiros anos do século XXI.” (RVT2, p. 92).

O uso do termo “mandamento bíblico” sugere que a afirmação é inquestionável, constituindo-se, assim, como elemento não refutável de um programa de pesquisa, sobre o qual “repousam” outras hipóteses que em seu conjunto compõem a física do século XX. Segundo Lakatos, a heurística negativa de um programa de pesquisa impede a refutação de seu núcleo firme “por decisão metodológica de seus defensores”<sup>8</sup> (1989, p. 67) e permite mudanças estruturais no “cinturão protetor de hipóteses auxiliares observacionais e nas condições iniciais”<sup>9</sup> (Lakatos, 1989, p. 67).

Além disso, outro aspecto da teoria de Lakatos pode ser colocado em relação com trechos das reportagens; trata-se da questão de que, apesar de uma teoria apresentar um núcleo firme, esse pode ser refutado quando a teoria como um todo apresenta incompatibilidades experimentais. Após a heurística levar à refutabilidade do cinturão protetor, e após a tentativa de sua modificação, se a teoria permanecer inadequada empiricamente ela pode ser refutada. E seu núcleo firme é substituído por outro.

Na reportagem:

“Com base nesse tipo de hipótese, alimentada por doses astronômicas de especulação, construiu-se o edifício da física moderna. Ele nunca foi inteiramente sólido [...]. Vira e mexe, um resultado inexplicável põe em xeque a firmeza de seus alicerces” (RET1, p. 82).

### ***Questões do método científico: progresso científico***

Neste momento, faz-se a comunicação das compreensões resultantes da análise em relação à categoria *Progresso Científico*. Aqui, reflete-se sobre a formação e desenvolvimento de teorias, assim como os procedimentos de substituição de uma teoria por outra. Algumas subcategorias são descritas a seguir:

*Formação de paradigmas* - Kuhn (2003) diz que um determinado grupo de cientistas assume um compromisso com um conjunto de leis, teorias, regras metodológicas e pressuposições metafísicas chamado paradigma. Nessa perspectiva, a investigação científica ocorre pelo compartilhamento de estruturas básicas muito próximas entre cientistas do mesmo paradigma: “Elas abrem novas portas de investigação” (RET1, p. 81).

As leis de Newton, por exemplo, constituem as leis fundamentais do paradigma newtoniano. Uma vez estabelecidas, segue-se a tentativa de torná-las compatíveis com o máximo possível de fenômenos:

“Depois da gravidade, os discípulos de Newton passaram a investigar a natureza no afã de detectar outras forças fundamentais” (RET5, p. 56).

*Crise* - Conforme a perspectiva kuhniana, surgem anomalias em um paradigma quando este passa a acumular problemas não solucionados, apesar da tentativa expressa dos cientistas em resolvê-los. A partir da unidade a seguir, entende-se que pode haver um momento da pesquisa

<sup>8</sup> Tradução nossa. Texto original: “por decisión metodológica de sus defensores”.

<sup>9</sup> Tradução nossa. Texto original: “cinturón protector de hipótesis auxiliares observacionales y en las condiciones iniciales”.

normal de um paradigma em que a solução de problemas é menos expressiva do que o aumento das anomalias:

“Os astrônomos mandam naves equipadas com telescópios aos mais recônditos pontos do sistema solar e apontaram seus instrumentos para todos os quadrantes, com resultados e imagens que produzem mais mistérios do que resolvem”<sup>10</sup> (RVT1, p. 85).

Essa característica, para Kuhn, é uma espécie de efeito colateral do empreendimento científico normal, já que nesse período a ciência “não se propõe descobrir novidades no terreno dos fatos ou da teoria”. Mas “fenômenos novos e insuspeitos são periodicamente descobertos pela pesquisa científica” (Kuhn, 2003, p.77).

Para Kuhn, quando as anomalias persistem apesar dos esforços em removê-las, ocorre uma crise do paradigma. Esse momento é caracterizado por uma sobreposição de suposições teóricas, até que uma delas, dependendo de uma série de condições, configure-se como um novo paradigma. Na reportagem, essa posição foi relacionada na seguinte unidade:

“Uma crise na física se instala quando há muitas teorias e poucos dados experimentais para confirmá-las” (RVT2, p. 92).

Kuhn também usa a metáfora do quebra-cabeça para indicar o compromisso que os cientistas assumem em fazer a natureza encaixar na teoria. Nas palavras do próprio autor, o período da ciência normal caracteriza-se pela “tentativa de forçar a natureza a encaixar-se dentro dos limites preestabelecidos e relativamente inflexíveis fornecidos pelo paradigma” (Kuhn, 2003, p. 44). Essa metáfora pode ser relacionada de modo bastante direto com a manchete de uma das reportagens: “Encaixou-se perfeitamente” (RVT2, p. 88). E no *lead* da mesma: “Anunciada a descoberta experimental da partícula de Higgs, a peça que faltava no quebra-cabeça”. (RVT2, p. 88).

Quando isso não é possível, a crise gerada pelas anomalias pode levar à substituição do paradigma:

“E se não for? Nesse caso a descoberta do CERN, em vez de fechar o ciclo da física com a comprovação da existência da última peça que faltava no quebra-cabeça do modelo padrão, estará escancarando o portal para um novo campo de estudos científicos” (RVT2, p. 92).

*Revolução científica* - Quando as anomalias de um paradigma persistem apesar de todo esforço por parte dos cientistas adeptos, surge uma desconfiança: há a possibilidade de removê-las com as regras do paradigma? No momento de crise de um paradigma, caracterizado por questionamentos metafísicos e metodológicos e alta insegurança profissional, surgem sugestões teóricas alternativas como possibilidade de solução. É um período denominado de ciência extraordinária, no decorrer do qual:

“Precisamos de uma ideia dramaticamente nova para sair desse impasse.”<sup>11</sup> (RET1, p. 82).

---

<sup>10</sup> O texto continua: “A mente mística moderna dispensa argumentos científicos sob a alegação de que eles em nada enriquecem suas conclusões sobre o pisca-pisca celestial”. Tal contexto pode produzir uma interpretação, do enunciado alternativa à debatida acima, a saber, que neste embate entre ciência e tradições místicas, os mistérios científicos dão margem para um discurso em favor da desvalorização ou descrédito da ciência.

<sup>11</sup> A frase mencionada é do cientista Saul Perlmutter em entrevista à Revista Época. A ideia nova que ele se refere é a de *energia escura*, para explicar a aceleração na expansão do Universo.

Sob certas condições – que para Kuhn envolvem questões sociológicas e psicológicas de adesão por parte de uma comunidade – uma dessas alternativas pode se configurar como um novo paradigma, num processo de revolução científica que ocorre quando há uma substituição de um paradigma por outro. Nesta unidade, isso pode ser relacionado com o relato da substituição da teoria de Newton pela de Einstein:

“Einstein destronou Newton.”(RET1, p. 82).

Na revolução científica, na concepção de Kuhn, um conjunto distinto de regras paradigmáticas é estabelecido e através dele será desenvolvida uma nova compreensão de mundo. Trata-se de “uma reconstrução da área de estudos a partir de novos princípios, reconstrução que altera algumas das generalizações teóricas mais elementares do paradigma, bem como muitos de seus métodos e aplicações” (KUHNN, 2003, p. 116). Essa mudança de regras foi sugerida, segundo a interpretação analítica, na seguinte passagem:

“Mas isso levou outros cientistas a reescreverem completamente essas normas” (RIET2, p. 101).

A descrição de estruturas revolucionárias na ciência indica que o progresso nessa área não se dá de forma integralmente linear e “está longe de ser um processo cumulativo” (Kuhn, 2003. p. 116). Na revolução há uma ruptura epistemológica:

“a evolução científica não é necessariamente uma progressão linear do pensamento<sup>12</sup>” (RIET2, p. 101).

A revolução científica sempre pressupõe a coexistência de teorias rivais. Para Kuhn (2003), deve haver um convencimento por adesão, algo como uma conversão para o paradigma. Já Lakatos (1989) afirma ter estabelecido uma maneira racional de escolha entre programas de pesquisa concorrentes. Sua metodologia orienta sempre a escolha do programa mais progressivo. Esse deve ter um maior conteúdo empírico que seu concorrente. Ou seja, além de ser confirmado pelos mesmos fenômenos que o rival, deve fazer novas previsões, progressivamente corroboradas.

*Comparação racional* - A análise das reportagens permitiu uma compreensão sobre os critérios de escolha entre teorias concorrentes mais próximas de uma visão racionalista, pois sugere que há padrões fixos e atemporais de avaliação das teorias. Assim, a teoria de Lakatos é mais adequada que a de Kuhn na interpretação da questão específica da escolha entre teorias concorrentes. Os dois critérios de escolha da metodologia de Lakatos (1989) – a saber, conter mesmo conteúdo empírico e fazer novas previsões – foram usados na construção de sentido para algumas unidades.

O primeiro critério exige que a nova teoria tenha corroboração empírica dos mesmos fenômenos que a teoria anterior; assim, deve ter ao menos o mesmo conteúdo empírico:

“Alguma nova teoria teria de ser encontrada que contivesse e estendesse o edifício criado por Einstein” (RET1, p. 82).

---

<sup>12</sup> A “evolução científica”, como referido na reportagem, pode ser interpretada também a partir da posição assumida por Stephen Toulmin, que utiliza, como comparação, a teoria da evolução de Darwin para ilustrar como os conceitos em ciências evoluem e se desenvolvem (MASSONI, 2005, p. 49).

Lakatos, referindo-se à teoria anterior como T e à nova como T', defende que “todo conteúdo não refutado de T [...] está incluído em T', e uma parte do excesso de conteúdo de T' resulta corroborado<sup>13</sup>” (1989, p. 46-7).

O outro critério envolve o estabelecimento de novas predições, distintas daquelas que emanam das demais teorias. Assim, como

“Teorias fazem predições bem diferentes”<sup>14</sup> (RET3, p. 39),

pode-se fazer também uma escolha racional a partir da corroboração dos fenômenos previstos:

“É dessas novas teorias que, esperam os físicos, poderá surgir a explicação para outro fenômeno misterioso: a energia escura [...]. Outros mistérios a solucionar envolvem saber o que existe no interior inacessível dos buracos” (RET4, p. 47).

Ou seja, “T' tem um excesso de conteúdo em relação a T, isto é, faz novas predições<sup>15</sup>” (Lakatos, 1989, p. 46). Quando as novas predições de uma teoria são corroboradas, ela contribui para tornar o programa ao qual pertence progressivo. Caso contrário, ela tenderá a tornar seu programa regressivo. A metodologia de Lakatos orienta a substituição de programas regressivos por progressivos. Desse modo, só há refutação de uma teoria quando outra a substitui:

“Uma corrente da física se debruça para tentar provar a existência do gráviton. Se ele for descoberto, um novo castelo teórico teria de ser usado para explicar o universo no lugar do modelo padrão: a teoria quântica de campos [...]” (RET4, p. 46).

*Progresso teleológico* - A partir da análise das reportagens, compreende-se que o conhecimento científico no estágio em que se encontra atualmente é incompleto, cheio de incertezas e, certamente, não definitivo.

“Quando tudo parece decifrado, surgem novas incertezas” (RET1, p. 80).

“o retrato que temos hoje do Universo pode ser qualificado por um sem-número de adjetivos, menos simples - e muito menos definitivo” (RET4, p. 40).

“Não creio que a ciência esteja completa de forma alguma. Não entendemos tudo e dá para ver que no conhecimento científico há varias inconsistências.”<sup>16</sup> (RET2, p. 37).

No entanto, em algumas passagens pode-se inferir que essa provisoriidade é ela mesma provisória, pois a ciência progride no sentido de uma verossimilhança cada vez maior. Chama-se essa visão de progresso de *teleológica*, por conceber que a finalidade desse progresso seja a de chegar mais e mais próximo da verdade. Segundo Chalmers (1995), a concepção de Popper de

<sup>13</sup> Tradução nossa. Texto original: “[...] todo el contenido no refutado de T está incluído en el contenido de T', y una parte del exceso de contenido de T' resulta corroborado”.

<sup>14</sup> As teorias mencionadas no contexto da reportagem referem-se à Física de Partículas. O texto continua: “desde as mais simples, a do Modelo Padrão, até outras em que o Higgs não é uma partícula elementar”

<sup>15</sup> Tradução nossa. Texto original: “T' tiene un exceso de contenido empírico con relación a T; o sea, predice hechos nuevos”.

<sup>16</sup> Citação de Charles Townes (Nobel de Física em 1964).

progresso supõe o aumento da verossimilhança, o que implica que a ciência poderá ter eventualmente um estágio final, quando a busca pela verdade atinge sua finalidade. Contudo, nessa concepção, quando tal estágio chegar, não será possível ter consciência dele, pois ele ainda será formulado em uma linguagem logicamente falsificável. Entretanto, nesse caso, a falsificação experimental ficaria apenas no campo das possibilidades.

Nas reportagens, essa concepção confluiu com a interpretação analítica, pois a partir dela compreende-se, primeiro, que a evolução científica ocorre no sentido do aumento da verossimilhança, e que ela

“pode nos apontar para a direção certa”<sup>17</sup> (RET2, p. 37) .

E, segundo, que em algum momento o estágio definitivo da ciência pode ser alcançado:

“Enquanto tivermos duas teorias descartadas para explicar aspectos macro e micro do Universo, não teremos atingido uma visão física definitiva, capaz de explicar toda natureza” (RET4, p. 47).

Ou seja, o progresso é teleológico e sua finalidade de aumento de verossimilhança terá um ápice de êxito.

A possibilidade de um estágio final da ciência é compartilhada também por alguns cientistas. Em uma de suas versões, entende-se que a física chegará a uma teoria unificada que descreverá todos os fenômenos em termos de apenas uma força única (Greene, 2012). Um dos principais cientistas a buscar esse ideal foi Einstein, que “desejava fundir todas as leis em um arcabouço único e integral” (Greene, 2012, p. 95).

Essa visão contrasta com a de Kuhn, a qual sustenta que o progresso é apenas a sucessão de paradigmas cada vez mais sofisticados, mas não com maior grau de verdade ou correspondência com a natureza.

### *Questões de representatividade: Realismo Científico*

A concepção do que representa o conhecimento científico que emergiu da análise dos textos do *corpus* pode ser relacionada de modo bastante forte com as premissas e consequências do realismo científico. Segundo Putnam, “o argumento positivo para o realismo consiste em que ele é a única filosofia que não faz do sucesso da ciência um milagre” (*apud* French, 2009, p. 95). Cinco categorias realistas foram construídas nesse domínio. A seguir apresentam-se três delas.

### *Aparência e essência*

A análise das reportagens sugere que a ciência tem o papel de decifrar a natureza, pois as características que ela apresenta diretamente são apenas aparentes e sua essência é codificada. Essa concepção pode ser relacionada à distinção entre *qualidades primárias* e *qualidades secundárias*. Desde os gregos (Ladyman, 2002), há a ideia de que algumas propriedades dos objetos existem somente na percepção humana, enquanto outras existem independentemente de qualquer observação. As *qualidades primárias* são aquelas que realmente existem, e as *qualidades secundárias* existem somente na percepção.

---

<sup>17</sup> Citação do físico Lawrence Krauss.

Segundo a análise, a ciência revela as *qualidades primárias*. Assim, por exemplo, diz-se que

“o cérebro dos antepassados da humanidade tratou de tentar decifrar as estrelas.” (RVT1, p. 85).

A ciência metaforicamente abre as cortinas que encobrem a natureza das coisas:

“o mundo palpável, aquele que se descortinava a seus olhos” (RET5, p. 52).

“a natureza íntima da matéria fora revelada” (RET5, p. 58).

### ***Revelação e orientação pitagoreana***

Há orientações filosóficas que entendem que a natureza codifica-se em uma linguagem matemática. Aqui, essa tendência será denominada orientação pitagoreana (Losee, 1979), a qual diz respeito à crença de que a realidade é a “harmonia matemática presente na natureza” (p. 28). Esse termo remete às razões matemáticas das harmonias musicais descobertas por Pitágoras e seus seguidores.

Há sentidos construídos na análise que se aproximam da ideia de que a codificação da real essência da natureza é matemática e que a decifração ocorre no sentido de desvelar qual é o formalismo matemático que representa o fenômeno:

“Partícula’ é apenas a melhor palavra que a língua portuguesa nos oferece para descrever fenômenos que, na verdade, só podem ser compreendidos mesmo por meio de complicadíssimas equações matemáticas” (RET4, p. 42).

“A ideia era pôr em números um dos pressupostos da física moderna” (RET1, p. 82).

O conceito de revelação produzida pela análise ganha uma interpretação metafísica bastante forte: a de que as teorias científicas tendem a aproximar-se da essência da natureza do universo e do homem.

“a noção filosófico-teológica de que o estudo da natureza é uma aproximação da mente humana à mente do Criador, e vemos que tantos cientistas e pensadores – de Newton a Einstein e a Hawking – falam, ainda que metaforicamente, de entender a natureza para entender a “mente de Deus” (RET3, p. 38).

### ***Existência das entidades teóricas***

Outro sentido produzido converge para o pressuposto metafísico do realismo científico, que descreve as entidades teóricas tanto observáveis, quanto inobserváveis como tendo existência ontológica, independentemente do conhecimento humano. Essa característica emergiu na análise de todas as reportagens do *corpus*. A concepção de que teorias científicas consensualmente aceitas descrevem objetos que estão no mundo, mesmo tratando-se de entidades teóricas inobserváveis, foi relacionada nas unidades em que conceitos como *partículas subatômicas*, *Big-Bang*, *energia escura* estão acompanhadas de alguma derivação da palavra “existência”. No caso particular do *Big-bang*,

a suposta singularidade que teria originado o universo é descrito como um acontecimento factual e sem margem para dúvidas:

“Há cerca de 13,7 bilhões de anos, o Big Bang condenou os átomos a vagar eternamente pelo espaço, solitários, sem alianças” (RIET1, p. 80).

### **Implicações educacionais das concepções epistemológicas**

Esta seção constitui a segunda etapa da pesquisa; a reflexão sobre as implicações educacionais das categorias surgidas na análise textual discursiva das reportagens escolhidas. Vale reafirmar que o intento da pesquisa não é tão somente “diagnosticar” concepções de ciência na mídia impressa, mas, também, avaliar suas possíveis consequências para a educação científica. Para esse propósito, faz-se, primeiro, uma contextualização de significados em que o termo “educação” é empregado.

#### *Educação Científica*

Os fatores que envolvem tanto a educação quanto a educação científica são concebidos, neste estudo, como complexos; sendo assim, análises reducionistas são inadequadas para sua compreensão. No entanto, visando à finalidade metodológica, distinguem-se dois domínios responsáveis pela formação da educação científica de um indivíduo: o *domínio das experiências curriculares* e o *domínio das imagens públicas*.

O *domínio das experiências curriculares* refere-se ao contexto de educação científica formal, ou seja, à compreensão científica que o indivíduo constrói a partir do ensino de ciências que lhe é oferecido em instituições educacionais, como a escola e a universidade.

O *domínio das imagens públicas* alude ao contexto da educação científica informal e é concebido como a compreensão científica produzida por qualquer discurso que envolva referências à ciência, excluídos os discursos formais citados anteriormente. Dentro das inúmeras possibilidades de gêneros que compõem esse domínio, aqui se enfatiza o discurso científico veiculado pela mídia. Por mídia, entende-se o conjunto de meios de comunicação, que inclui diversos tipos de suportes de difusão de informação como televisão, rádios, revistas, jornais, internet etc. Dentre esse leque de possibilidades midiáticas, esta investigação voltou-se à mídia impressa (que envolve suportes físicos de impressão).

#### *Avaliação comparativa: concepções epistemológicas no ensino de ciências e nas revistas analisadas*

As concepções epistemológicas implícitas no âmbito do ensino de ciências variam de acordo com a situação pedagógica avaliada. Aqui, essas concepções serão representadas por uma revisão de pesquisas realizadas com currículos de ciência, professores e livros didáticos.



### ***Concepções epistemológicas do currículo de ciências***

Segundo Hodson (1985), o currículo de ciências apresenta as seguintes concepções epistemológicas:

1. A ciência dá acesso às verdades factuais sobre o mundo através da observação imparcial.
2. O conhecimento científico é derivado diretamente a partir da observação dos fenômenos.
3. A ciência testa racionalmente suas proposições por meio de procedimentos experimentais objetivos e confiáveis.
4. A ciência é uma atividade neutra não influenciada por fatores sócio-históricos e econômicos, produzindo conhecimento livre de valores.<sup>18</sup>(Hodson 1985, p. 27)

### ***Concepções epistemológicas de professores de ciência***

Harres (1999) destaca três importantes revisões sobre as concepções epistemológicas dos professores de ciência: a de Ledermann<sup>19</sup>, a de Koulaidis e Ogborn<sup>20</sup> e a de Porlán e Rivero<sup>21</sup>. A partir dessa revisão conclui, que os “professores de ciências (independente do nível de atuação e do tipo de instrumento utilizado para investigá-los) possuem, em geral, CNC<sup>22</sup> inadequadas, próximas a uma visão empírico-indutivista” (1999, p. 201).

### ***Concepções epistemológicas de livros didáticos de ciência***

Segundo Moreira (2006), o livro de texto “simboliza aquela autoridade da qual ‘emana’ o conhecimento” (p. 20). Pouco ou nenhum questionamento é dirigido a seu conteúdo. Conforme Kuhn (2003), os livros didáticos são manuais com exemplos bem sucedidos de um paradigma, usados para educar o estudante de ciência a resolver problemas e perceber fenômenos a partir dessa linguagem. Harres (2000), citando Cawthron e Rowell<sup>23</sup>, relata que as concepções epistemológicas de ciência nos livros-texto “ênfaticam as descobertas dos cientistas, separando as teorias das observações; defendem que o conhecimento é obtido com exaustivas observações, relegando a criatividade a um segundo plano; desconsideram o contexto sociopsicológico, passando uma imagem de ciência apartada de agentes humanos (Harres, 2000, p. 56).

---

<sup>18</sup> Tradução nossa. Texto original:

“1. Science gives access to factual truths about the world through detached observation.

2. Scientific knowledge is derived directly from the observation of phenomena.

3. Science rationally tests its propositions by means of objective and reliable experimental procedures.

4. Science is a neutral activity untainted by socio-historical and economic factors, producing value-free knowledge”.

<sup>19</sup> LEDERMANN, N.G. (1992). Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4):331-359.

<sup>20</sup> KOULADIS, V. & OGBORN, J. (1995). Science teachers philosophical assumptions: how we do we understand them? *International Journal of Science Education*, 17(3):273-283.

<sup>21</sup> PORLÁN, R. & RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores: una propuesta en el área de ciencias*. Sevilla: Diáda.

<sup>22</sup> Concepções naturais de ciência.

<sup>23</sup> CAWTHRON, E. R.; ROWELL, J. A. Epistemology and science education. *Studies in Science Education*, n. 5, p. 31-59, 1978.

### *Concepções epistemológicas das revistas analisadas*

Algumas das concepções epistemológicas predominantes que emergiram da análise textual discursiva das reportagens selecionadas podem ser resumidas da seguinte maneira:

- A descoberta científica ocorre em um contexto heurístico que orienta a atividade dos cientistas. No entanto, imaginação, intuição, criatividade e questões metafísicas fazem parte do processo de elaboração de hipóteses e teorias científicas. A descoberta não deriva exclusivamente de observações metódicas e exaustivas, apesar de fazerem parte do processo de descoberta.
- As teorias científicas diferenciam-se das não científicas por apresentarem elementos falsificáveis em sua estrutura.
- A validação de teorias científicas é feita por corroboração experimental.
- A ciência progride através de rupturas epistemológicas, sempre aumentando sua correspondência com a verdade.
- As entidades – observáveis e inobserváveis – tratadas pelas teorias aceitas têm existência independente do conhecimento humano; e as teorias que as descrevem são verdadeiras ou aproximadamente verdadeiras.
- Aspectos psicossociológicos influem na ciência, mas não afetam a estrutura cognitiva das teorias.
- A ciência tem implicações sociais, tecnológicas e políticas.

### *Contraste entre o domínio das experiências curriculares e as imagens públicas*

Comparam-se, neste item, as concepções epistemológicas produzidas pela análise das revistas (representando um pequeno fragmento do domínio das imagens públicas) com as do currículo, professores e livros (representando um fragmento das experiências curriculares) tal como descrita pela revisão da literatura da área aqui feita.

De modo geral, o domínio da educação científica formal (currículo de ciência, professores e livros) aproxima-se da posição positivista. Já as concepções de ciência produzidas na análise das revistas apresentam características ligeiramente distintas das geradas pela revisão acima. Não se pôde estabelecer uma vertente epistemológica única na análise, e sequer o objetivo era apresentar tal generalização. Contudo, pode-se dizer que as concepções epistemológicas das revistas apresentam elementos que superam a posição positivista. Por exemplo, algumas descrições da análise aproximam-se ao *racionalismo crítico* de Popper e Lakatos, enquanto outras, a elementos da teoria de Kuhn. Ambas vertentes se contextualizam no debate epistemológico como oposições declaradas às concepções positivistas.

Outra diferença a ser ressaltada diz respeito às questões de representação, cuja preocupação – conforme a definição desta pesquisa – é compreender a relação entre o conhecimento científico e a realidade externa. Nas revistas, essa resposta acerca-se da visão do *realismo científico*. Para os positivistas, no entanto, a questão em si é considerada sem significado, pois a indagação de se a descrição corresponde ou não ao mundo independentemente do conhecimento humano não é verificável, e por isso, destituída de sentido.

Algumas das diferenças mais significativas estão representadas no Quadro 2.

Considerando como inadequadas para o ensino as posições predominantemente positivistas

e com caráter indutivista muito forte, entende-se que a concepção científica da amostra de reportagens analisada corresponde a um avanço do ponto de vista epistemológico.

### ***Implicações no domínio das questões do método científico***

Esse domínio é constituído em três categorias: Contexto da descoberta, Contexto da justificação e Progresso científico, a partir das quais é feita, a seguir, uma reflexão sobre as respectivas implicações, dos aspectos epistemológicos emergidos na análise das reportagens, no âmbito da educação.

**Quadro 2** – Concepções epistemológicas no ensino de ciências e nas revistas analisadas.

	<b>ENSINO</b>	<b>REVISTAS</b>
<b>DESCOBERTA</b>	Observação lúcida, neutra e repetida	Heurística Imaginação, intuição, criatividade e crenças metafísicas podem fazer parte do processo.
<b>JUSTIFICAÇÃO</b>	Verificação	Falsificação
<b>PROGRESSO</b>	Linear/ acumulativo	Rupturas/teleológico
<b>REPRESENTAÇÃO</b>	Fiel à natureza	Realista: modelos aproximadamente verdadeiros
<b>ASPECTOS SOCIOLÓGICOS</b>	Ciência neutra, livre de crenças, sem preconceitos e apolítica.	Influi e é influenciada por questões sociais, políticas, metafísicas, morais e éticas.

#### *Contexto da descoberta e justificação*<sup>24</sup>

Os contextos da descoberta e da justificação vindos à tona na análise das reportagens apresentaram algumas concepções próximas ao racionalismo crítico de Popper. Essa visão de ciência relativiza o papel hegemônico da observação e da indução no contexto da descoberta e introduz elementos como imaginação, criatividade, intuição e crenças metafísicas. Já no contexto da justificação, o falseacionismo apresenta-se como a impossibilidade de atribuir-se verdade definitiva ao conhecimento científico, pois as teorias são testadas, refutadas e substituídas ao longo da história científica. Esses resultados implicam em uma visão de ciência como uma atividade humana mediada por critérios racionais.

Entre as implicações do *racionalismo crítico* no ensino de ciências presente na literatura<sup>25</sup>, destaca-se, conforme Ruffato (2009, p. 288), a possibilidade de “um exercício do debate racional e o combate ao dogmatismo”.

<sup>24</sup> Por apresentarem implicações semelhantes, o contexto da descoberta e da justificação foram avaliados em confluência.

O enfoque dado por Popper ao estabelecimento de critérios racionais de escolha entre teorias concorrentes, em busca de uma superação dos erros anteriores, quando apresentado em contextos educacionais, podem valorizar o debate livre e racional de ideias na busca de melhores explicações e não uma mera aceitação daquelas estabelecidas tradicionalmente. Assim, as ideias científicas não seriam admitidas de forma dogmática, pois elas sempre estão sujeitas a críticas e modificações.

### *Progresso científico*

A concepção de progresso predominante na análise das reportagens aproxima-se da descrição feita pela *metodologia dos programas de pesquisa* de Lakatos. Diversos autores, como Silveira (1992) e Silva et al. (2008), propuseram e avaliaram algumas implicações dessa concepção no ensino de ciências. Uma estratégia sugerida seria tratar as concepções alternativas (CAs) dos estudantes e as teorias científicas que se deseja ensinar como programas de pesquisas rivais, evidenciando o caráter progressivo ou regressivo de cada uma delas. Para Silveira, é “importante recordar que o abandono de uma teoria — no caso as CAs — somente se dará se os alunos reconhecerem que a teoria científica é melhor” (Silveira, 1992, p. 39).

Elementos da epistemologia de Kuhn também foram relacionados com algumas descrições do fenômeno epistemológico surgidas da análise das reportagens. Uma possível implicação é uma dinâmica de sala de aula em que se concebem os alunos como cientistas kuhnianos (Zylbersztajn, 1990). Tal dinâmica inclui: identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes; introdução de anomalias nas mesmas; apresentação de concepção científica como solução das anomalias explicitadas, e, adesão, por convencimento, à nova concepção.

Duas críticas são destacadas em relação à implicação desse conceito. Primeiro, ela transforma “*as ideias dos estudantes de erros conceituais para concepções concorrentes com aquelas produzidas pela ciência*” (Pietrocola, 1999, p. 219), legitimando qualquer resistência do estudante frente a novas concepções. Segundo, uma ênfase na ruptura paradigmática pode causar a impressão de que a ciência seja suscetível a uma intensa variação de teorias, o que implica dizer que o conhecimento atual é inseguro, pois sua substituição é iminente. Porém, conforme Pietrocola (1999, p. 220), “*a força da ciência está provavelmente na sua capacidade de evitar a alternância desmesurada de ideias*”. O próprio Kuhn retomou esse aspecto de sua teoria, reformulando-a em termo de microrrevoluções (Harres, 2000).

### ***Implicações do domínio das questões de representatividade: realismo científico no ensino***

O realismo científico pressupõe que a realidade existe e que as teorias científicas a descrevem de modo verdadeiro ou aproximado. No ensino de ciências, alguns autores (Pietrocola, 1999; Brandão, et al., 2011) defendem que há a necessidade de reinserir a realidade como objeto do ensino de ciências. Geralmente, essa defesa afasta-se de uma tendência empirista ingênua de apreensão da realidade mediada por observação neutra e exaustiva que produz, assim, representações fiéis da realidade.

O realista deve retomar um domínio ontológico de realidade para a concepção de ciência no âmbito educacional, sem, contudo, pressupor uma função teleológica de percepção, em que essa

---

<sup>25</sup> Outra implicação da filosofia de Popper recorrente na literatura é a mudança conceitual. Trata-se de um aprofundamento da visão construtivista de conhecimento, voltada para a inter-relação do conhecimento prévio do estudante e do conhecimento que se almeja que ele construa. Suspende-se o enfoque nessa questão neste momento para ser retomada a seguir, nas implicações da visão de Lakatos para o progresso, cuja avaliação é semelhante.

apreende a natureza de modo fidedigno e definitivo. Uma alternativa é conceber a ciência como uma possibilidade plausível de articular a realidade. Um dos argumentos em favor do realismo científico aplicado ao ensino de ciências é promover uma motivação nos estudantes, vinculando o conhecimento científico com o mundo externo: “*O mundo e sua cognibilidade são os motivos preferenciais do fazer científico, assim como deveriam ser aqueles da educação científica.*” (Pietrocola, 1999, p. 221).

O enfoque dado para a relação entre o conhecimento científico e o mundo em que vive o estudante tem se tornado um ideal recorrente em diversos âmbitos do ensino de ciências. Uma de suas manifestações mais recentes é a tendência metodológica de *contextualização* da ciência. Um exemplo disso é o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Uma de suas características peculiares é que suas provas são compostas substancialmente por questões contextualizadas. Para Silveira “o ENEM radicaliza a necessidade de contextualização [...] para passar pelo crivo dos ideólogos” (Silveira, 2013, p. 5). Esse fenômeno parece emblemático no contexto de um movimento realista como alternativa ao construtivismo radical. Se de um lado, o último privilegia um entendimento lógico-formal do conhecimento científico, sem a pretensão de estabelecer relações com uma realidade externa, no outro, busca-se uma *contextualização a qualquer custo*<sup>26</sup>, gerando situações em que essa se mostra inadequada, ineficiente ou até mesmo equivocada. “*De fato ÀS VEZES conseguimos contextualizar, mas isto é mais a exceção do que a regra*” (Silveira, 2013, p. 5).

## Considerações finais

As implicações educacionais da pesquisa levada a termo a partir de textos de três revistas de circulação nacional levaram a um resultado, até certo ponto, surpreendente: considerando – como explicitado anteriormente – posições predominantemente positivistas e (ou) de caráter (excessivamente) indutivista como inadequadas para o ensino, esses textos correspondem a um avanço, do ponto de vista epistemológico, quando comparados ao que é veiculado em livros didáticos. Esse resultado, por certo, exige investigações adicionais. Uma delas diz respeito à formação epistemológica dos editores e jornalistas de revistas de mesmo escopo das aqui analisadas: teria essa formação, em tempos recentes, se tornado mais completa e sofisticada? E, alternativamente, esses editores e jornalistas utilizam rotineiramente, antes da publicação de suas matérias, consultorias especializadas, oriundas talvez da própria academia? Como se dá a formação, do ponto de vista epistemológico, dos licenciados, eventualmente futuros autores de livros-texto? Todas essas indagações (e outras) poderiam colocar dentro de um contexto mais amplo a questão das posições epistemológicas das matérias sobre Ciências de revistas de divulgação *versus* o tratamento dado a essas mesmas posições nos livros texto.

Outra questão pode ser mencionada: dentre a pluralidade de concepções de ciência que podem ser veiculadas na mídia e na escola, qual é, por fim, a mais pertinente? Entende-se que, filosoficamente, a questão não foi resolvida. Sendo assim, teriam os jornalistas e professores a capacidade e a incumbência de determinar a superioridade de uma visão? O mais razoável é esperar que não. Ou seja, se existem diferentes linhas epistemológicas, e cada qual tem particularidades que desencadeiam diferentes níveis de consciência em relação ao conhecimento, a escolha de uma única teoria epistemológica na divulgação científica ou na metodologia de ensino de ciências, seja ela qual for, é imprópria. Qualquer evento educacional lança problemas e circunstâncias com

---

<sup>26</sup> Este termo foi retirado de textos do professor Fernando Lang da Silveira publicados no site do Instituto de Física da UFRGS <[http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Quest\\_Fisica.pdf](http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Quest_Fisica.pdf)>.

características variadas e, por esse motivo, necessita de adequação e diversidade de estratégias. A ênfase no embate entre correntes, comum no âmbito acadêmico e literário, com a finalidade imediata de expor o estudante ou, no caso das revistas, o leitor, a apenas uma forma de pensamento, leva mais ao conflito ideológico no âmbito do discurso do que a mudanças estruturais, ou mesmo eventuais, da educação científica. Assim, o confronto de posições é desejável, mas não o é a pretensão de impor uma determinada posição epistemológica como sendo “naturalmente” hegemônica.

Uma metodologia pluralista, nesse sentido, teria o objetivo de avaliar situações pedagógicas por contraste. Por exemplo, uma maneira de saber se o estudante está compreendendo, cientificamente, um conceito, é diversificando os contextos epistemológicos nos quais ele pode ser empregado: a variação de concepções de ciência no ensino pode produzir resultados mais satisfatórios do que o estabelecimento de uma única concepção, do ponto de vista da aprendizagem, da formação do indivíduo e das demandas sociais. Visões realistas, racionalistas, empiristas, relativistas, sociológicas, todas elas propiciam reflexões e ambientes didáticos distintos, cada qual podendo ser mais ou menos adequada para cada situação pedagógica. O que é de fato relevante é que se tenha consciência do caráter essencialmente provisório do uso que é feito de cada uma delas. Nesse contexto – e aqui convém proceder com grande cautela, para não ser mal compreendido –, até mesmo a famigerada posição positivista encontra espaço legítimo na educação científica, desde que seja confrontada com outras posições. De certo modo, o discurso científico, massivamente disseminado, é, em grande proporção, positivista. Um dos resultados apresentados nessa pesquisa indica justamente que, no âmbito escolar, a percepção corrente é a de que a descoberta científica se dá a partir de uma “observação lúcida, neutra e repetida”. Não raramente, principalmente quando as concepções epistemológicas deixam-se constituir de modo implícito, essa posição compõe uma concepção tácita de ciência, por isso mesmo, bastante sólida e difícil de contestar. Por muito tempo ainda, a fluidez de um discurso científico em sala de aula será correlacionada implicitamente com ideias positivistas. E isso não é necessariamente execrável, desde que em outros momentos seja aberto espaço a uma confrontação consciente dessas ideias, geralmente, construídas implicitamente. Se há uma possibilidade real, por menor que seja, de o estudante vir a reconhecer o valor epistemológico de uma dada posição em foco, essa possibilidade passa, necessariamente, pela confrontação e pelo embate de ideias, e não pela exclusão unilateral por parte do professor de uma ou outra visão.

É imprescindível que uma negociação entre os envolvidos na situação pedagógica seja estabelecida, sem maniqueísmos, sem avaliação *a priori*, fazendo-se o que é possível e pertinente. Isso parece ser uma aplicação mais funcional da epistemologia na educação, muito mais do que “dar uma aula” sustentada, exclusivamente, em alguma concepção de ciência específica e exclusiva, seja ela a de Popper, Lakatos, Kuhn, ou de qualquer outro.

## Referências

Adúriz-Bravo, Agustín; Izquierdo, Merce; Estany, Anna. (2002). Una propuesta para enseñanza de filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 465-476.

Brandão, Rafael Vasques; Araujo, Ives Solano; Veit, Eliane Angela. (2011). A modelagem científica vista como campo conceitual. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 3: p. 507-545.

Bunge, Mario Augusto. (1974) *Teoria e realidade*. São Paulo: Perspectiva.

- Chalmers, Alan F. (1993). O que é ciência, afinal? São Paulo: Brasiliense.
- Chalmers, Alan F. (1993). A fabricação da ciência. São Paulo: UNESP.
- Epstein, Isaac. (1998). Comunicação da Ciência. São Paulo em perspectiva, 12(4), p. 60-68.
- Feyerabend, Paul. (2011). Contra o método. 2.ed. São Paulo: UNESP.
- França, Ronaldo. (2007). E a gente ainda goza dos americanos... Editora Abril S.A. Disponível em: <[http://veja.abril.com.br/071107/p\\_108.shtml](http://veja.abril.com.br/071107/p_108.shtml)> Acesso: set 2013.
- French, Steven. (2009). Ciência: conceitos-chave em filosofia. Porto Alegre: Artmed.
- Fourez, Gérard. (2003). Crise no ensino de ciências? Investigações em Ensino de Ciências, v.8(2), p. 109-123.
- Greene, Brian. (2012). A realidade oculta. Universos paralelos e as leis profundas do cosmo. São Paulo: Companhia das letras.
- Harres, João Batista Siqueira. (1999). Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. Investigações em Ensino de Ciências, v.4(3), pp. 197-211.
- Harres, João Batista Siqueira. (2000). Natureza da Ciência e implicações para a educação científica. In: Roque, Moraes (Comp.). Construtivismo e Ensino de Ciências – Reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Hodson, Derek. (1985) Philosophy of science, science and science education. Studies in Science Education. Taylor & Francis Group. n. 12, jan./jun., pages 25-57.
- Kuhn, Thomas S. (2003). A estrutura das revoluções científicas. 8.ed. rev. São Paulo: Perspectiva.
- Ladyman, James. (2002). Understanding philosophy of science. London: Routledge, 2002.
- Lakatos, Imre. (1989). La metodología de los programas de investigación científica. Madrid: Alianza Universidad.
- Losee, John. (1979). Introdução histórica à filosofia da ciência. Belo Horizonte: Itatiaia.
- Massoni, Neusa Teresinha. (2005). Epistemologias do Século XX. Porto Alegre: Textos de Apoio ao Professor de Física – PPG – UFRGS – Ensino de Física. Disponível em <[http://www.if.ufrgs.br/tapf/v16n3\\_Massoni.pdf](http://www.if.ufrgs.br/tapf/v16n3_Massoni.pdf)> (acesso em 30 de junho, 2015)
- Matthews, Michael R. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. Caderno Catarinense de Ensino Física, v. 12, n. 3: p. 164-214.
- Mellado, Jiménez. V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. Enseñanza de las Ciencias, 14 (3), p. 289-302.
- Moraes, Roque; Galiuzzi, Maria do Carmo. (2011). Análise textual discursiva. 2. ed. Ijuí: Ed.

Unijuí.

Moreira, Marco Antônio. (2006). Aprendizagem significativa subversiva. Série Estudos -Periódico do Mestrado em Educação da UCDB. Campo Grande, MS, n. 21, p.15-32.

Morin, Edgar. (2005). Ciência com consciência. 8.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Moser, Paul K; Mulder, Dwayne H; Trout, J. D. (2004). A Teoria do conhecimento:uma introdução temática. São Paulo: Martins Fontes.

MOTTA-ROTH, Désirée; MARCUZZO, Patrícia. Ciência na mídia: análise crítica de gênero de notícias de popularização científica. Revista Brasileira de Linguística Aplicada, Belo Horizonte, v. 10, n. 3, p. 511-538, 2010.

Norris, Cristopher. (2008) Epistemologia. Conceitos-chave em Filosofia. Porto Alegre: Artmed

Norris, Stephen P.; Phillips, Linda M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. Science Education, v. 87, n. 2, p. 224-240.

Pietrocola, Maurício. (1999). Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o Ensino de Ciências através de modelos. Investigações em Ensino de Ciências. v.4(3), p. 213-227.

Popper, Karl Raimund. (1982). Conjecturas e refutações: o progresso do conhecimento científico. 2.ed. Brasília: Universidade de Brasília.

Popper, Karl Raimund. (2006). A lógica da pesquisa científica.12.ed. São Paulo: Pensamento Cultrix.

Ramos, Maurivan Güntzel. (2000). Epistemologia e Ensino de Ciências: Compreensões e perspectivas. In: Roque, Morais (Comp.). Construtivismo e Ensino de Ciências – Reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre: EDIPUCRS.

Rufatto, Carlos Alberto; Carneiro, Marcelo. (2009). A concepção de Ciência de Popper e o ensino de Ciências. Ciência &Educação, v. 15, n. 2, p. 269-89.

Santos, Wildson Luiz Pereira dos. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. Revista Brasileira de Educação, v.12, n. 36, Rio de Janeiro, p. 474-492.

Silveira, Fernando Lang. (1992). A filosofia da ciência e o ensino de ciências. Em Aberto, Brasília, ano 11, n. 55, jul./ set. 1992.

Silveira, Fernando Lang. (2013). Questões de Física na prova de Ciências da Natureza no ENEM 2012. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Quest\\_Fisica.pdf](http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Quest_Fisica.pdf)>. Acesso em: ago. 2013.

Silva, Osmar Henrique Moura da; NARDI, Roberto; LABURÚ, Carlos Eduardo. (2008). Uma estratégia de ensino inspirada em Lakatos com instrução de racionalidade por uma reconstrução racional didática. Ensaio, vol. 10, no.1.

Zylberstajn, A. (1990). Revoluções científicas e a ciência normal na sala de aula. In:



Moreira, M. A. & Axt, R. Tópicos em ensino de ciências. Porto Alegre: Sagra, 1990.

### Referências das reportagens analisadas

RET1

Moon, Peter. A nova era da incerteza. *Época*, n. 738, p. 33-37, 10 de outubro de 2011.

RET2

Moon, Peter; Mansur, Alexandre. A fotografia da partícula de deus. *Época*, n. 738, p. 33-37, 9 de julho de 2012.

RET3

Gleiser, Marcelo. O que o bóson tem a ver com Deus? *Época*, n. 738, P. 38-39, 9 de julho de 2012.

RET4

Moon, Peter. Como o universo funciona. *Época*, n. 738, p. 40-47, 9 de julho de 2012.

RET5

Moon, Peter. Uma breve história da Física. *Época*, n. 738, p. 52-56, 9 de julho de 2012.

RIET1

Tirabochi, Juliana. Mais perto de Deus. *IstoÉ!*, n. 2226, p. 80-82, 11 de julho 2012.

RIET2

Tirabochi, Juliana. Os gênios também erram. *IstoÉ!*, n. 2276, p. 100-101, 3 de julho 2013.

RVT1

Romanini, Carolina; Vilicic, Filipe. Tem confusão no céu da ciência e da crença. *Veja*, n. 2201, p. 85-90, 26 de janeiro de 2011.

RVT2

Vilicic, Filipe. Encaixou-se perfeitamente. *Veja*, n. 2277, p. 88-92, 11 de julho de 2012.

Recebido em: 06.05.2014

Aceito em: 28.08.2015