

## Os textos de divulgação científica podem ajudar o professor a trabalhar a Natureza da Ciência nas séries iniciais do Ensino Fundamental?

Can popular science texts help the teacher to work with the Nature of Science in the early grades of elementary school?

¿Pueden los textos de divulgación científica ayudar al profesor a trabajar con la Naturaleza de la Ciencia en los primeros cursos de primaria?

Recebido: 04/04/2022 | Revisado: 12/04/2022 | Aceito: 20/04/2022 | Publicado: 24/04/2022

**Kátia Aparecida de Castro Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1813-8182>

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo, Brasil

E-mail: [katiacastro.bio@gmail.com](mailto:katiacastro.bio@gmail.com)

**Andre Peticarrari**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8200-5854>

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo, Brasil

E-mail: [apeticarrari@ifsp.edu.br](mailto:apeticarrari@ifsp.edu.br)

### Resumo

Ensinar ciências hoje não é somente apresentar conteúdos científicos aos alunos, é preciso que os jovens compreendam a forma com a ciência é construída, seus aspectos socioculturais, políticos e humanos. Dito de outro forma a Natureza da Ciência (NdC). Estudos indicam que ela deve ser ensinada de forma explícita pelo professor e para isso é preciso materiais instrucionais em que a NdC esteja presente. Neste artigo, apresentamos um estudo que teve como objetivo analisar Textos de Divulgação Científica (TDC) publicados na revista *Ciência Hoje das Crianças* (CHC) quanto a presença de aspectos da NdC e indicando caminhos para que possam ser usados no seu ensino. A análise foi realizada pela metodologia de análise de conteúdo de Bardin. Concluímos que os TDC analisados apresentam princípios da NdC não de forma explícita, mas que podem ser usados pelo professor no ensino de NdC, pois esse tipo de texto escrito por cientistas e contextualizados em áreas diversas das ciências naturais, pode dar uma visão mais integral da ciência, desde que usado de forma crítica e reflexiva.

**Palavras-chave:** Natureza da ciência; Texto de divulgação científica; Ensino de ciências.

### Abstract

Teaching Sciences nowadays does not limit itself to presenting scientific content to the students. The students must comprehend the way through which science is constructed, and its socio-cultural, political, and human aspects. In other words, it is necessary to approach the Nature of Science. Studies indicate that it should be taught explicitly by the teacher, and so that happens, it is necessary to use instructional materials in which NOS is present. In this article, we present a study that had a goal to analyze Popular Science Texts published in the journal *Ciência Hoje das Crianças*, regarding the presence of aspects of NOS and indicating pathways towards its usage in teaching. The analysis was carried out through Bardin's content analysis methodology. We have concluded that the analyzed TSD's present principles of NOS not in an explicit way, but can be used by the teacher during the teaching process of NOS since this type of text written by scientists and contextualized in multiple areas of the Natural Sciences can provide a more integral vision on science, provided that it is used critically and reflexively.

**Keywords:** Nature of science; Popular science text; Science teaching.

### Resumen

Enseñar ciencia hoy no se trata solo de presentar contenido científico a los estudiantes, es necesario que los jóvenes entiendan cómo se construye la ciencia, sus aspectos socioculturales, políticos y humanos. En otras palabras, la Naturaleza de la Ciencia – NdC. Estudios indican que ella debe ser enseñada explícitamente por el maestro y para eso es preciso materiales didácticos en que la NdC esté presente. En este artículo, presentamos un estudio que tuvo como objetivo analizar Textos de Divulgación Científica publicizados en la revista *Ciência Hoje das Crianças*, sobre la presencia de aspectos de NdC e indicar formas de utilizarlos en su enseñanza. El análisis se realizó utilizando la metodología de análisis de contenido de Bardin. Concluimos que los TDC analizados presentan principios de la NdC no de manera explícita, pero que pueden ser utilizados por el maestro en la enseñanza de las NdC, ya que este tipo de textos escritos por científicos y contextualizados en diferentes áreas de las ciencias naturales, pueden dar una visión más integral de la ciencia, siempre que se utilice de manera crítica y reflexiva.

**Palabras clave:** Naturaleza de la ciencia; Texto de divulgación científica; Enseñanza de las ciencias.

## 1. Introdução

Em tempos atuais nunca se discutiu tanto sobre ciência como durante os últimos dois anos em que o mundo se viu diante da pandemia de COVID-19. Assistimos na TV e lemos nos jornais e em outras mídias, jornalistas e cientistas debatendo sobre o papel da ciência, tanto no combate ao vírus SARS-COV 2 quanto na disseminação de *fake news*. Notamos vários aspectos relacionados à ciência, como conceitos sobre vírus, imunologia, ação de vacinas e pesquisas sobre elas (métodos). Contudo, discussões sobre notícias falsas, relação entre política e financiamento de pesquisa, entre outros, também foram muito presentes. Dentro de todo esse conceito, observamos muitos princípios da Natureza da Ciência (NdC), porém de forma implícita. Aos olhos de muitos cidadãos, talvez, isso não foi notado.

Aliado a isso, vimos o país apresentando resultados ruins em avaliações sobre ciência, como por exemplo, no PISA (Programme for International Student Assessment) ano após ano (INEP, 2019). Apesar de ocorrer algumas melhoras, o Brasil ainda ficou abaixo da média dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico-OCDE na avaliação de 2018 (INEP, 2019).

Considerando o que foi discutido acima, entendemos que a escola tem um papel fundamental na formação de nossos jovens em ciência. Mas que ensino deve ser esse? Pesquisas apontam que a maioria dos estudantes, mas também professores, no Brasil apresenta uma visão ingênua sobre a forma como a ciência é realizada e sobre o papel do cientista (Diniz; Rezende Jr, 2018). Isso não ocorre somente no Brasil, mas também em outros países como os Estados Unidos da América, (Jiang; McComas, 2014). Essa visão ingênua, em nosso modo de entender, está relacionada a forma como a ciência é ensinada, a histórica, descontextualizada e sem relação com aspectos socioculturais e políticos. É uma retórica de conteúdos científicos e pouco se abordando a natureza da Ciência (NdC).

Existem várias formas de se trabalhar isso, como por exemplo, o Ensino por Investigação como uma das abordagens para a apropriação das práticas das ciências (Santana, Sedano, 2021) e porque não dizer da NdC. Mas, concordamos com Jiang e McComas (2014, p. 1786) quando afirmam que,

[...] a instrução científica tradicional é baseada na suposição de que o entendimento dos estudantes sobre NdC pode ser automaticamente desenvolvido através do estudo do conteúdo científico ou através do envolvimento dos estudantes na investigação científica. Uma variedade de estudos tem rejeitado esta suposição e revelando que a NdC deve ser explicitamente abordada no ensino de ciências.

Desta forma, outra abordagem que parece promissora no ensino da NdC, está o uso de Textos de Divulgação Científica (TDC) nas aulas de ciências. Acreditamos que seu uso pode ir além da atualização de conceitos, podendo ser uma ferramenta útil para discutir a NdC. Porém, a simples leitura de um texto não garante que o aluno perceba seus aspectos e princípios epistêmicos. O ensino da NdC deve ser explícito e seus princípios devem ser refletidos de forma crítica (Bejarano, Bravo, Bonfim, 2019) e o professor tem papel primordial nesse processo.

Contudo, a grande maioria dos TDC não apresenta a NdC de forma explícita, assim como nos livros didáticos que são usados nas escolas nos Estados Unidos da América (Jiang, McComas, 2014). Esse contexto não é diferente aqui no Brasil, tendo poucos estudos sobre a NdC presente em TDC.

Partindo dessas premissas e acreditando que o ensino da NdC deve ocorrer desde as séries iniciais do Ensino Fundamental, o estudo teve como objetivo analisar os TDC publicados na revista Ciência Hoje das Crianças (CHC) quanto a presença de aspectos da NdC e como podem ser usados no seu ensino.

## 2. Natureza da Ciência

Assim, consideramos que no ensino de ciências a NdC deve fazer parte dos currículos e das aulas de forma mais explícita. Mas o que se entende por NdC? O termo ainda gera debates entre pesquisadores em Educação científica. Alguns autores dizem que não há uma única forma de entender a NdC (Diniz; Rezende Jr, 2018). Mas de acordo com Jiang e McComas (2014) há mais consenso do que desacordos sobre o tema. Entretanto, reconhecemos duas abordagens diferentes, uma essencialista ou consensualista, que procura identificar alguns critérios para que possam ser utilizados na identificação de uma área científica e outra não essencialista ou não consensualista, que acredita que não haja critérios únicos para caracterizar uma certa disciplina como científica devido à heterogeneidade das ciências (Mendonça, 2020).

Alguns pesquisadores, como Lederman que defende a primeira abordagem, apresentam alguns critérios que caracterizam a ciência, segundo Mendonça (2020, p. 4) e que deveriam fazer parte dos currículos na Educação básica:

[...] conhecimento científico tem bases empíricas (baseia-se em experimentos e observações); é confiável, porém susceptível a falhas e/ou provisório (sujeito a mudanças, não sendo uma verdade absoluta); é produto da imaginação e criatividade humana; é guiado por teorias e subjetivo (influenciado pelos conhecimentos prévios, crenças, experiências e expectativas dos cientistas); é culturalmente e socialmente imbricado (é influenciado pelos contextos sociais e culturais).

Outros autores dessa linha de pensamento trazem outros critérios. Como os apresentados por Osborne e colaboradores (*apud* Mendonça, 2020) que listam alguns critérios para definir NdC, como o papel de métodos científicos, o questionamento contínuo e o teste experimental, a importância da formulação de hipóteses, dos dados e suas interpretações que são realizadas pelos cientistas, o caráter provisório do conhecimento científico, a pluralidade de pensamentos, a criatividade do cientista, a colaboração entre os pares, entre outros. Mesmo entre os essencialistas há pontos de desacordo, criticando alguns critérios das listas como a de Lederman, apontando que podem ser vistas por professores e alunos como algo a ser seguido e aplicado sem uma reflexão mais profunda (Bejarano, Bravo, Bonfim, 2019). Como apontado por esses autores, um dos pontos da lista de Lederman diz respeito à natureza empírica da ciência, numa visão mais instrumentalista e técnica. Além disso, ao ter listas e falar sobre “o método científico”, pode-se levar a uma compreensão errônea de que há o método a ser seguido e que ele é infalível (Gil-Pérez *et al.*, 2001).

Da mesma forma, os não essencialistas contrapõem esses critérios dizendo que é preciso entender as ciências de forma contextualizada e ampla (Bejarano, Bravo, Bonfim, 2019). Para eles é somente através de análises de casos das ciências que é possível definir critérios para caracterizar uma certa área científica, pois cada disciplina científica apresenta particularidades em vários pontos que seria impossível elencar aspectos comuns a todas as áreas (Mendonça, 2020). Ou seja, para aprender sobre a NdC é necessário contextualizar e não seguir listas consensuais de forma acrítica (Bejarano, Bravo, Bonfim, 2019).

Uma visão da NdC apontada por esses autores, que pode ser usada no ensino de ciências, é a chamada Whole Science ou Ciência Integral. Segundo Bejarano, Bravo e Bonfim (2019), que se baseiam nos trabalhos de dois autores – Allchin e Hodson –, podemos destacar alguns pontos importantes na Whole Science, chamadas de dimensões por Allchin: a observacional, a conceitual e a sociocultural. Na primeira, consideramos alguns aspectos da NdC, como o papel da observação, das medidas e seus registros, o papel dos experimentos e outros métodos e os instrumentos científicos utilizados. Na dimensão conceitual temos os padrões de raciocínio e o papel da história da ciência na compreensão da NdC e suas dimensões humanas. Por fim, temos a sociocultural em que as instituições sociais, os vieses políticos e os financiamentos têm implicações nas dinâmicas da ciência; e não podemos esquecer do papel da comunicação no desenvolvimento do pensamento científico (Bejarano, Bravo, Bonfim, 2019). Entendemos também que nessa dimensão podemos incluir as abordagens CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). A ciência e o cientista não são neutros e os seus produtos podem influenciar de diferentes maneiras o ambiente, a sociedade e as tecnologias, assim como são por elas influenciadas.

Em resumo, concordamos que listas consensuais podem ter um caráter normativo no ensino e ser totalmente descontextualizadas. Então, estamos de acordo com a visão da Whole Science apresentada por Bejarano, Bravo e Bonfim, (2019). Contudo, acrescentamos a isso outra visão da ciência que pode embasar a NdC e que julgamos estar relacionada à visão Whole Science. Ela é apresentada por Volpato (2013, 2017), cientista brasileiro que trabalha com educação científica para a formação de cientistas no Brasil. Vamos sintetizar um pouco suas ideias com intuito de trazê-las para uma perspectiva para o ensino de ciências na educação básica, relacionando-as com o contexto anterior apresentado sobre a NdC.

De acordo com esse autor, o conhecimento científico tem três características fundamentais, primeiro, ele é explicativo, ou seja, busca explicar e compreender os fenômenos do mundo. Segundo, é provisório e pode ser negado no futuro, mas isso não quer dizer que muda do dia para a noite (Bejarano, Bravo, Bonfim, 2019), vide alguns conceitos como o de seleção natural, ou as leis da termodinâmica e de Newton. E por último, ele é lógico, isto é, para se chegar a uma conclusão segue-se raciocínio dedutivo e indutivo e pode ser usado também na construção de objetivos da pesquisa (Volpato, 2017). Podemos fazer um paralelo desta última característica com a dimensão conceitual da NdC, na visão da Whole Science, e os padrões de raciocínio científico de acordo com Allchin (Bejarano, Bravo, Bonfim, 2019).

Dentre essas características, uma é crucial, a base empírica ou factual (Volpato, 2017). Os dados gerados são a base para as teorias e suas explicações do mundo, dito de outra forma, é a partir dessa base factual que os cientistas utilizam em seus discursos/argumentos para sustentar suas conclusões, ou seja, como o cientista interpretou os dados e chegou a elas (Volpato, 2013, 2017). Nada mais explicativo para isso é o que foi dito por Lawer em 1971 e citado por Volpato (2017, p. 16), que mostra a relação entre dados e teorias: “Teoria sem dados é fantasia, mas dados sem teoria é caos” (tradução nossa). E dentro dessa básica empírica, os argumentos baseados em dados, usados para justificar as conclusões, devem ser cientificamente válidos, ou seja, devem ser aceitos pela comunidade científica para adentrar na rede de conhecimento de uma determinada área. Isso é feito, muitas vezes, por cientistas dominantes no tema (Volpato, 2017). Aqui podemos fazer um paralelo com outra dimensão da Whole Science, a sociocultural, pois sabemos hoje que estes cientistas dominantes nos temas muitas vezes priorizam cientistas de determinados países ou grupos em detrimento de outros, só para citarmos um exemplo.

Voltando para a discussão sobre NdC, percebemos o papel das Teorias na ciência visto em dois contextos importantes, o da descoberta e o da justificação. No primeiro, o cientista, a partir das Teorias vigentes e da literatura científica atual, idealiza a pesquisa (Volpato, 2017). Desse contexto, deriva a pergunta e o objetivo da pesquisa e, se for o caso, as hipóteses. Esses contextos são justificados e contextualizados por premissas fundamentadas na literatura de forma lógica. Contudo, conforme afirma Volpato (2017, p. 38), “nem sempre as ideias são embasadas na literatura, nascem de ideias inusitadas”. Aqui a imaginação e a criatividade do cientista se fazem presente na sua argumentação, pois a ciência é um tipo de cultura criada pelos seres humanos. Já o contexto da justificação que inclui os testes de hipóteses, os métodos usados, os resultados obtidos (de base empírica) e a argumentação (discussão) é usado para validar as conclusões obtidas (Volpato, 2017). Os resultados e a argumentação do cientista são validados ou não pela comunidade científica. Resumido e concordando com Praia, Cachapuz & Gil-Perez (2002, p. 254) “a prática científica pode ser vista como um processo composto de três fases: a criação, validação e incorporação de conhecimentos, que correspondem à geração de hipóteses, aos testes a que a hipótese(s) é sujeita e ao processo social de aceitação e registro do conhecimento científico”.

Portanto, a partir do que foi discutido, consideramos alguns princípios epistêmicos básicos que julgamos importantes no contexto da NdC. No “contexto da descoberta”, no qual o cientista cria perguntas científicas embasadas na literatura e Teorias vigentes, percebemos o papel da criatividade, uma característica humana, que é influenciada pela história de vida do cientista e também, pelo contexto histórico e político em que ele vive, notamos uma relação com a dimensão sociocultural e com a fase de criação da prática científica (Praia, Cachapuz, Gil-Perez, 2002, Gil-Pérez et al., 2001).

Outro ponto importante é o “papel da hipótese” na ciência. Como vimos, a partir do contexto da descoberta, o cientista cria uma pergunta, a possível resposta a essa pergunta ou solução do problema é a hipótese. Essa tem um papel crucial, pois realiza a articulação e o diálogo entre a Teoria, as observações realizadas e os “métodos” de testagem (Praia, Cachapuz, Gil-Perez, 2002), sendo esses últimos, vistos não como o método científico, mas diferentes métodos rigorosos usados na produção de evidências característicos da área. E essa testagem não é para se confirmar positivamente a hipótese, mas sim é uma tentativa de falseamento em uma perspectiva Popperiana. Ou seja, a partir da hipótese, o cientista deduz as possíveis consequências que são necessárias caso ela seja verdadeira (Volpato, 2017) e vai testando-as. Se os dados falsearem algumas delas, apenas reduz seu alcance e, a partir daí, busca-se explicações para entender porque algumas ocorrem e outras não (Volpato, 2017).

Como dito no parágrafo anterior, há uma pluralidade metodológica. Entendemos que a escolha dos métodos adequados depende da pergunta de pesquisa e das hipóteses. Por isso, devemos ter em mente que alguns pontos que são inerentes na pesquisa científica são comuns entre as áreas, como a observação, mas que depende de diferentes habilidades e experiências do cientista (Moura, 2014). Segundo esse autor, o ato de observar é diferente para um astrônomo, para um arqueólogo, para um paleontólogo e para um microbiologista no que diz respeito ao objeto de estudo e aos instrumentos utilizados. Não existe o método, mas uma pluralidade de metodologias (Gil-Pérez et al., 2001).

Consideramos também importante a base empírica da ciência. Ao escolher a hipótese mais provável e deduzir suas possíveis consequências, o cientista busca evidências (“dados” quantitativos ou qualitativos) que podem falsear ou não a hipótese. A partir das premissas (resultados/dados) e mais os dados da literatura apoiado pelas Teorias, o cientista constrói uma argumentação lógica para justificar as suas conclusões, ou dito de outra maneira, procura convencer outros cientistas de sua validade para que elas adentrem na rede de conhecimentos que é a ciência (Volpato, 2017). Pensando nessas conclusões, elas são interpretações do cientista embasadas pelos dados e pela literatura científica e representam o conhecimento científico produzido pelo cientista que vai adentrar na rede de conhecimentos, caso seja aceito.

Por fim, temos que dizer que a ciência é um empreendimento coletivo e o cientista tem que submeter seus achados para a aceitação ou não pela comunidade científica. E ele o faz na forma de artigos científicos. Esse é o principal meio de comunicação entre os cientistas.

Não queremos, desta forma, fazer uma lista de características para a NdC e nem tampouco defender uma ou outra abordagem, mas concordamos que ambas podem ter boas contribuições para o ensino de ciências. Contudo, também entendemos que precisamos ter um olhar crítico e reflexivo a respeito da NdC, seja usando listas ou não. Assim, nossa maneira de ver a NdC se aproxima mais da Whole Science, mas não abrindo mão de olhar as características do conhecimento científico que podem ajudar na educação científica de nossos jovens.

### **3. Metodologia**

Nosso objeto de pesquisa foram os Textos de Divulgação Científica (TDC) presentes na revista CHC, uma publicação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência-SBPC. É uma revista de periodicidade mensal, com 11 edições no ano, publica temas diversos sobre ciência de diferentes áreas, como Física, Biologia, Química, Geologia, entre outros. Seu público alvo são crianças de 7 a 14 anos.

Realizamos uma análise documental de 30 textos de divulgação científica publicados na revista entre os anos de 2015 e 2021. Selecionamos os textos que abordavam temas de Biologia publicados na revista tanto de uma biblioteca de uma escola da cidade de São Paulo, os quais foram utilizadas por professores do Ensino Fundamental das séries iniciais, assim como do site da CHC (Tabela 1).

**Tabela 1** - Textos da revista Ciência Hoje das Crianças analisados.

Código do artigo	Ano publicação	Edição	Título do artigo
TDC 1	2015	272	Um pequeno diário da Amazônia
TDC 2	2015	274	Quem entra na lista?
TDC 3	2016	278	Um gigante de fôlego
TDC 4	2016	281	Investigando Mamíferos
TDC 5	2016	282	Você sabia que o animal vertebrado do mundo é um tubarão?
TDC 6	2016	283	Sem cauda, mas a salvo
TDC 7	2016	284	Por que existem planos para proteger os animais brasileiros?
TDC 8	2016	285	Por que os cientistas procuram um macaco-voador desaparecido?
TDC 9	2018	289	De ovo para ovo
TDC 10	2018	291	Desextinção?!?
TDC 11	2018	292	Competição de tatuzinho
TDC 12	2019	303	Abelhas em apuros!
TDC 13	2021	321	Algas parceiras
TDC 14	2019	303	As cores da natureza
TDC 15	2021	325	Cadê a melanina?
TDC 16	2021	326	Como as pererecas grudam na parede?
TDC 17	2020	311	Doença de bicho ou de gente?
TDC 18	2021	320	Gambá polinizador
TDC 19	2021	327	Micróbios estão por quase toda parte
TDC 20	2021	320	Minúsculas e Fantásticas...Fantasmas!
TDC 21	2021	321	Mudança no cardápio
TDC 22	2021	325	O cardápio das formigas maravilhosas
TDC 23	2021	325	Os misteriosos círculos de fadas
TDC 24	2021	328	Para que servem os hipopótamos
TDC 25	2020	315	Que mistura é essa?
TDC 26	2021	321	Um método para encontrar respostas
TDC 27	2021	328	Vimos ou não dos macacos?
TDC 28	2021	322	Eu me remexo muito!
TDC 29	2021	322	Não perca a cabeça!
TDC 30	2021	325	Um "role" no fundo do mar

Fonte: Autores.

Analisamos os textos seguindo as etapas da metodologia de análise de conteúdo temático categorial proposta por Bardin (2016), pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados obtidos e sua interpretação.

A pré-análise envolve a escolha dos documentos, a elaboração de hipóteses, os objetivos e os indicadores que fundamentam a interpretação final (Bardin, 2016). Essa etapa do estudo consistiu na pesquisa sobre o potencial do uso de TDC da revista CHC para o ensino da NdC, uma vez que é um material utilizado por professores nas séries iniciais do Ensino Fundamental, tornando-se, portanto, o nosso corpus de análise segundo Bardin (2016). Utilizamos a epistemologia das ciências, como referencial teórico para esta fase de leitura flutuante.

A fase de exploração do material é a análise propriamente dita dos documentos, por meio da elaboração de um roteiro prévio, seguido de aplicação (Bardin, 2016). Realizamos a leitura dos textos buscando elementos epistemológicos relacionados à Natureza da Ciência.

A terceira fase, a de exploração do material previamente selecionado, aconteceu por meio da leitura minuciosa das revistas da biblioteca e dos textos selecionados no site da revista CHC em busca de elementos da NdC supracitados. A partir dos referenciais utilizados, selecionamos as seguintes categorias de análise: a) contexto da descoberta; b) perguntas problemas; c) hipóteses; d) métodos; e) dados científicos; f) conclusão e divulgação; g) Relação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e humanização do cientista. As definições destas categorias estão na tabela 2 e serviram de guia para seleção de fragmentos nos textos selecionados.

**Tabela 2** - Definição das categorias de análise.

Categorias	Definição
Contexto da descoberta	Quando no texto há passagens que contextualizam o tema a ser abordado e que levam a pergunta ou problema, aos objetivos e as hipóteses.
Perguntas problemas	Perguntas relacionadas ao tema abordado no TDC e que podem gerar hipóteses.
Hipóteses	Possíveis soluções ao problema da pesquisa.
Métodos	Métodos e procedimentos utilizados pela ciência.
Dados científicos	Evidências numéricas ou qualitativas apresentadas nos textos.
Conclusão / divulgação	Conhecimento científico gerado pela(s) pesquisa(s) e referências às formas de divulgação usadas pelos cientistas.
Relação CTS	Assuntos que relacionam os conhecimentos científicos com o desenvolvimento tecnológico, meio ambiente e sociedade.
Humanização do cientista	Remete a aspectos humanos como curiosidade, angústia, medo, sonhos, etc.

Fonte: Autores.

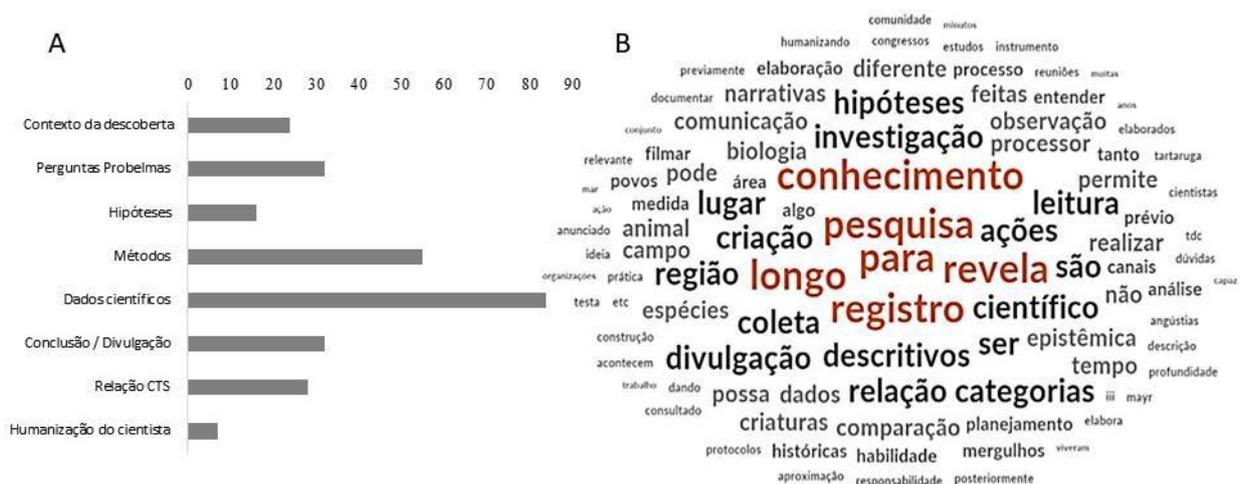
Além da análise qualitativa, realizamos também uma análise quantitativa dos dados para verificar o número total de categorias identificadas e também as que mais prevaleciam em cada texto.

Também utilizamos o software NVIVO 12 Plus para verificar a correlação entre palavras encontradas nos textos com as categorias de análise.

#### 4. Resultados

Ao analisar quantitativamente os TDC, encontramos um total de 280 fragmentos (frases, parágrafos e imagens e suas legendas) referentes às categorias de análise (Figura 1A). Relacionando-as com a nuvem de palavras gerada pelo software NVIVO (Figura 1B), verificamos que há uma relação entre as palavras mais frequentes nos textos com cada categoria, ou seja, podemos ver que as palavras ‘revela’ e ‘registro’ estão associadas com Dados científicos. O mesmo ocorre com as palavras ‘pesquisa’, ‘coleta’, ‘realizar’ e ‘investigação’ estão associadas com Métodos e ‘conhecimento’ com Conclusão/Divulgação. Outras são mais diretas, como as palavras hipóteses e divulgação, por exemplo.

**Figura 1** - A) Gráfico mostrando a distribuição em números absolutos do total de fragmentos por categoria (n=280 fragmentos). Nota-se que as categorias métodos e dados científicos foram as mais frequentes. B) Nuvem de palavras mostrando as palavras mais frequentes nos textos relacionadas às categorias de análise. As palavras maiores são as mais frequentes.



Fonte: Autores.

Ao correlacionar as palavras presentes na nuvem com os fragmentos encontrados em cada categoria, verificamos que os fragmentos encontrados estavam de acordo com as categorias de análise.

Analisados individualmente, porém, verificamos que os textos não apresentam todas as categorias, sendo que 4 somente apresentam duas categorias e o restante 3 ou mais (Tabela 3).

**Tabela 3** - Distribuição das categorias de análise por texto. Nota-se que todos os textos apresentam ao menos duas categorias relacionadas com a Natureza da Ciência.

Textos	Categorias de análise							
	Contexto da descoberta	Perguntas Problemas	Hipóteses	Métodos	Dados científicos	Conclusão/ Divulgação	Relação CTS	Humanização do cientista
TDC 1	1	0	2	5	4	2	1	2
TDC 2	0	1	0	3	2	1	3	0
TDC 3	0	0	0	1	1	0	1	0
TDC 4	1	3	0	7	4	0	0	0
TDC 5	0	0	0	0	2	0	2	0
TDC 6	0	0	1	0	1	1	1	0
TDC 7	2	0	0	0	0	0	2	0
TDC 8	1	1	0	2	0	0	1	0
TDC 9	1	2	0	1	1	2	0	0
TDC 10	1	2	0	0	0	0	0	1
TDC 11	0	0	0	0	5	0	0	1
TDC 12	1	1	3	3	3	2	2	0
TDC 13	1	0	2	2	1	2	0	0
TDC 14	0	0	1	2	4	0	0	0
TDC 15	0	2	0	1	3	1	1	0
TDC 16	0	5	0	1	3	1	1	0
TDC 17	1	3	2	2	4	2	3	0
TDC 18	2	2	1	1	1	2	0	0
TDC 19	2	1	1	1	2	2	0	0
TDC 20	1	0	0	8	4	0	1	0
TDC 21	1	3	0	5	3	3	1	0
TDC 22	1	2	0	0	6	3	0	0
TDC 23	1	1	2	2	2	1	0	0
TDC 24	0	0	0	0	2	2	1	0
TDC 25	1	0	0	3	5	1	2	0
TDC 26	1	1	1	1	1	1	0	0
TDC 27	0	0	0	1	7	3	0	0
TDC 28	0	1	0	2	0	0	0	0
TDC 29	2	0	2	2	4	2	0	1
TDC 30	0	1	0	2	5	1	2	0

Fonte: Autores.

Portanto, observamos que os textos analisados apresentam elementos da NdC que justificam seu uso pelos professores para o ensino de ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Vamos agora entender como essas categorias estão presentes no material e como podem ser usadas no ensino de ciências nas séries iniciais.

Um aspecto epistêmico básico de todas as ciências, incluindo às Ciências biológicas, que o professor das séries iniciais deve ter em mente é que ela começa por “perguntas sobre algum aspecto dos fenômenos observados” em que as teorias vigentes não conseguem explicar. E isso verificamos em mais da metade dos textos, como por exemplo o TDC 17 (Tabela 3). São questões que estimulam a pensar sobre os temas abordados chamando a atenção do leitor para outros aspectos do texto (Tabela 4). E isso pode ser utilizado pelo professor como um estímulo para seus alunos no levantamento de hipóteses iniciais para estimular a leitura, o que pode desencadear um ambiente de levantamento de ideias e discussão em sala de aula.

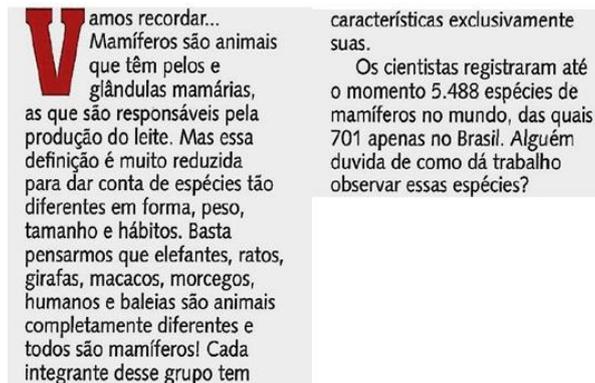
**Tabela 4** - Fragmentos de 8 textos relacionados à categoria Perguntas problemas. Note que são questões que de alguma forma fazem o leitor pensar.

Textos	Fragmentos
TDC 2	Como se sabe que uma determina espécie, como o Bagrinho-de-caverna, destaque desta edição, está ameaçada? Quem faz a lista dos bichos da nossa fauna que estão em via de serem extintos?
TDC 4	Onde o bicho dorme, o que ele come, quais são seus predadores, como cuida dos filhotes...Todos essas curiosidades são obtidas de alguma forma por especialistas.
TDC 8	Nesse estudo, ela se deparou com <i>Pithecia vanzonlinii</i> e começou a se perguntar porque raios a espécie não era vista há tanto tempo.
TDC 12	Por que isso está acontecendo? Por que o desaparecimento das abelhas é uma preocupação?
TDC 18	Quando Patrícia viu as inflorescências da planta parasita, pensou: “Quem será o polinizador?”
TDC 19	Será que existe vida em todos os lugares do planeta Terra?
TDC 21	Será que a mudança de cardápio também acontece com outros animais quando eles migram das florestas para as cidades?
TDC 22	Então, o que será que as <i>Thaumatomyrmex</i> comem? Foi exatamente esta a pergunta feita por pesquisadores por décadas.

Fonte: Autores.

Utilizando-se deste princípio, o professor pode mostrar ao aluno que a ciência se faz através de perguntas que ainda não tem uma resposta adequada ou que o conhecimento, até aquele momento, não a responde e que necessita ser investigado. E como saber se algo ainda não tem uma explicação, ou seja, ainda não se tem conhecimentos sobre um determinado assunto que as teorias vigentes ainda não conseguem explicar? Isso entra em outro aspecto epistemológico importante em toda a ciência, o contexto da descoberta. Ou seja, a partir de leituras de outros trabalhos de cientistas, “percebe-se que algo não está totalmente compreendido e isso gera perguntas que levam às pesquisas”, como podemos observar na figura 2.

**Figura 2** – Fragmento do TDC 4 (Investigando mamíferos), mostrando o trecho que revela o Contexto da descoberta, um princípio epistêmico básico na ciência.



Fonte: Autores.

Observamos esse princípio científico presente no TDC 18. Eles são apresentados de forma a justificar ou contextualizar o leitor sobre o tema abordado (Tabela 5).

**Tabela 5** - Fragmentos de 5 textos relacionados à categoria Contexto da descoberta.

Textos	Fragmentos
TDC 8	Por um lado, eles têm medo de que <i>P. vanzolinii</i> já tenha desaparecido da floresta, devido a ações humanas como o desmatamento e a caça. Por outro, ainda há esperança: como o primata vivia em uma região pouco explorada das Amazônia, pode ser que ele ainda passeie por lá, longe dos olhos dos cientistas.
TDC 13	Recentemente, foi revelado que essas algas vivem até mesmo em meio às células do corpo das salamandras, sem que sejam combatidas pelo sistema imunológico desses anfíbios.
TDC 15	Já percebeu que muitas pessoas quando tomam sol ficam com a pele mais escura e que outras, especialmente as de pele muito clara, apenas ficam vermelhas, com queimaduras? Isso nos mostra como o ambiente pode influenciar na cor (ou pigmentação) da pele.
TDC 18	O mais interessante sobre esses animais é que ainda há muito o que se aprender sobre eles. E, para isso, cientistas precisam calçar as botas e ir ao campo investigar.
TDC 19	Mas, curiosamente, tão difícil quanto encontrar vida fora da Terra é encontrar algum lugar na superfície do nosso planeta que não tenha vida. Mesmo lugares com condições ambientais extremas, que à primeira vista parecem desabitados, geralmente abrigam toda uma comunidade microbiana

Fonte: Autores.

Os cientistas ao utilizarem a literatura científica podem perceber lacunas no conhecimento, ou seja, que alguns fenômenos observados não são explicados ou entendidos pelo corpo teórico atual. Com isso, fazem perguntas e criam hipóteses. Usam a literatura também para dar suporte aos dados e conclusões obtidos em suas pesquisas, como podemos perceber no excerto do TDC 13 na Tabela 5. Ou seja, isso mostra que as perguntas e hipóteses são construídas a partir de “lacunas no conhecimento já existente”, “sistematizados”, ou como já mencionado, a partir daquilo que as “teorias científicas” vigentes não conseguem explicar ou prever. O professor pode utilizar isso, quando presente no texto, no início da leitura como forma de levar o aluno ao levantamento de perguntas para em seguida confronta-las com as perguntas presentes no texto. Isso cria um ambiente enriquecedor e incentiva a criatividade do aluno.

Como vimos, a partir de perguntas criadas a partir do contexto da descoberta, os cientistas podem criar “hipóteses, que são possíveis soluções para o problema” e que serão testadas posteriormente. Na análise dos textos, encontramos 11 TDC em que elas foram detectadas (Tabela 6).

**Tabela 6** - Fragmentos de 6 textos relacionados à categoria Hipóteses.

Textos	Fragmentos
TDC 1	[...] mas eu, quando menina, achava que a Amazônia tinha se tornado mais povoada nos tempos atuais.
TDC 6	Ao que tudo indica, trata-se de um bicho raro, com poucos indivíduos existentes na natureza.
TDC 12	A principal causa da DCC (Desordem de Colapso da Colônia) tem sido explicada pelo uso excessivo de agrotóxicos nas lavouras
TDC 14	Mas, pense comigo: se uma cor é tão vistosa a ponto de chamar a atenção de possíveis pretendentes, ela também não tornaria um animal mais evidente para seus predadores?
TDC 18	Na época, ela não conseguiu encontrar a resposta, mas sua experiência como cientista a fez levantar uma hipótese sobre quem polinizaria as flores rasteiras da <i>Scybalium</i> : talvez algum tipo de rato, uma cuíca ou um gambá.
TDC 23	Desde que foram documentados cientificamente pela primeira vez, em 1971, várias versões apareceram para tentar explicar esse curioso padrão de crescimento vegetal. As primeiras diziam que cupins e formigas são responsáveis pelas curiosas formações, seja porque se alimentam da vegetação no interior dos círculos ou porque seus ninhos subterrâneos são circulares e, de algum modo, não deixam as plantas crescerem acima deles.

Fonte: Autores.

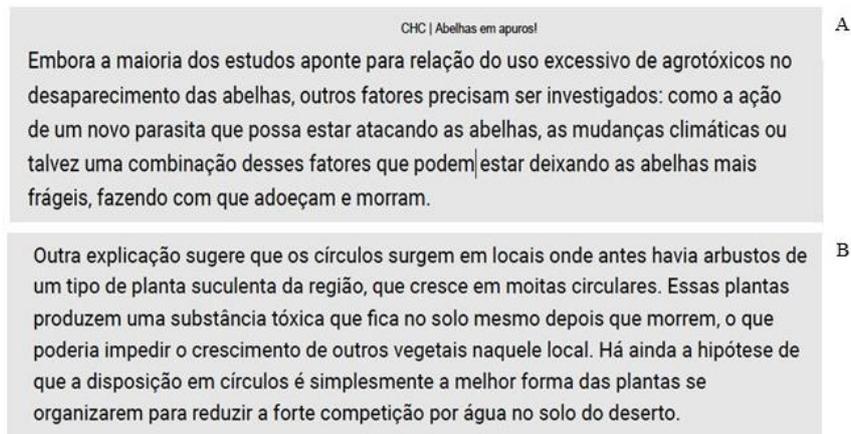
Um ponto interessante sobre a hipótese pode ser percebido no excerto do TDC 18. Nesse caso, podemos notar que são deduzidas possíveis explicações (consequências) para a hipótese: *talvez algum tipo de rato, uma cuíca ou um gambá*. Elas são testadas, com o método de observação fotográfica e filmagem e algumas vão sendo excluídas. Ou seja, a hipótese vai sendo falseada.

Contudo, nem sempre pesquisas partem de hipóteses. Pesquisas descritivas ou de caracterização não apresentam, pois elas estão descrevendo variáveis. Isso pode ser verificado em alguns TDC, como por exemplo o TDC 24 (Para que servem os

hipopótamos?), no qual caracteriza a importância desses animais nos ecossistemas de água doce. Ou no TDC 28 (Eu me remexo muito!), que descreve os diferentes movimentos dos animais. Isso pode e deve ser trabalhado pelo professor, evidenciando diferentes tipos de pesquisas.

Outro ponto a ser destacado, é que na ciência, apesar de gerar conhecimentos diversos, ela “não tem respostas para tudo” e muitas vezes nas pesquisas realizadas, geram-se mais perguntas e hipóteses. Verificamos isso em alguns TDC (Figura 3).

**Figura 3** - (A) Fragmento do TDC 12 (Abelhas em apuros!) e (B) Fragmento do TDC 23 (Os misteriosos círculos de fadas), mostrando novas perguntas e hipóteses decorrentes das pesquisas.



Fonte: Autores.

Outro ponto importante que o professor das séries iniciais deve ficar atento é na forma como a ciência constrói o conhecimento, como “produz dados científicos”, ou seja, evidências que ajudam os cientistas a responder suas perguntas e validar ou não suas hipóteses e conclusões, os métodos. Essa foi a segunda categoria mais predominante que observamos nos TDC analisados, sendo que somente em quatro não encontramos referências a essa categoria (ver Tabela 3). Nos demais, verificamos uma pluralidade metodológica, evidenciando as diferentes maneiras que as várias áreas das ciências biológicas utilizam na produção de dados científicos (Tabela 7).

**Tabela 7** - Fragmentos de 8 textos relacionados à categoria Métodos. Pode-se observar a pluralidade de metodologias usadas.

Textos	Fragmentos
TDC 1	Mas as escavações em determinados locais [...]
TDC 3	Observando esse gigante dos mares, percebemos que sua coloração é preta-azulada [...]
TDC 12	Ora, os pesquisadores encontraram uma abelha que viveu 100 milhões de anos atrás preservada em âmbar, uma resina transparente produzida pelas plantas daquela época [...] Se passarmos algum tempo observando as flores em um jardim, vamos perceber como são diferentes as abelhas que as visitam.
TDC 14	Basta uma pequena caminhada em um bosque, ou uma voltinha rápida por uma praça arborizada, para nos encantarmos com o colorido de flores, pássaros e insetos. [...] Utilizando equipamentos especiais capazes de captar a cor “real” dos animais, cientistas já desvendaram essa estratégia sendo usada por animais como peixes, borboletas e camarões.
TDC 18	[...] um grupo de professores e estudantes de biologia testou a hipótese de Patrícia, usando uma tecnologia que não estava disponível antes: câmeras digitais com visão noturna – porque as flores da <i>Scybalium</i> liberam o néctar durante a noite.
TDC 19	Cientistas já analisaram amostras de solo dos desertos mais áridos, das montanhas mais altas e das regiões mais profundas dos oceanos e em todas elas encontraram micróbios vivendo numa boa. Mas, em 2018, um grupo de pesquisadores dos Estados Unidos e do Canadá resolveu explorar o solo ao longo de uma cadeia de montanhas na Antártida [...]
TDC 23	Na busca por respostas para os círculos, os pesquisadores já usaram vários métodos científicos, como experimentos de laboratório, observações e coleta de amostras em campo, análises de imagens aéreas e até modernos modelos computacionais
TDC 25	Bem, alguns animais, por exemplo, são usados em testes laboratoriais – os chamados bioensaios –, nos quais se testam diferentes contaminantes e seus efeitos. [...] Nesses bioensaios, podem ser investigados os efeitos no comportamento dos animais (como agressividade ou diminuição da capacidade de locomoção), nos ciclos de vida (como a reprodução) e muitos outros. Esses efeitos prejudiciais, por mais que não ocorram de imediato, com o tempo, podem até afetar a sobrevivência de uma espécie. [...] Minhocas, peixes, algas, microcrustáceos e outros organismos são utilizados em bioensaios.

Fonte: Autores.

Nas Ciências biológicas, assim como na ciência de forma geral, usam-se diferentes metodologias nas pesquisas, como o uso da observação sistematizada e comparação, como evidenciado no TDC 12 em que fósseis são descritos e comparados com espécies atuais para determinar seu comportamento, como hábitos de polinização, por exemplo. Ou o uso de experimentos em laboratórios, análise de imagens aéreas e de satélite como no TDC 23. Temos também o uso de modelos animais para estudar certos aspectos ambientais, como ação de poluentes nos seres vivos, como no TDC 25. Ou seja, não há um método único nas ciências de forma geral e nas Ciências biológicas de forma específica, mas diferentes “métodos que estão de acordo com o problema de pesquisa” e que são lógicos e rigorosos. Por exemplo, em pesquisas descritivas, temos como métodos adequados a observação, a comparação e a descrição (Figura 4).

**Figura 4** - (A) Podemos perceber nos fragmentos do TDC 28 (Eu me remexo muito!) essa relação entre o tipo de pesquisa (descritiva) e os métodos utilizados (observação e descrição). Em (B), no TDC 18 (Gambá polinizador), temos a registro fotográfico (observação) como o método mais adequado para a pergunta problema da pesquisa (acima da foto).

Se você olhar ao redor, não vai demorar a observar um animal se remexendo. Desde pessoas caminhando – lembre-se, nós somos animais! – a um cão ou gato correndo, um passarinho ou borboleta voando, um peixinho nadando... E, se você vive no campo ou perto da floresta, poderá ver ainda mais animais se locomovendo, cada um do seu jeito.

Não dá para falar em animais voadores e esquecer das aves! Dos pequeninos [beija-flores](#) às grandes águias, as aves voam graças a ossos muito leves e membros anteriores em forma de asas, cobertos por penas. Mas nem toda ave voa. Emas e avestruzes, por exemplo, só conseguem caminhar e correr. Os pinguins também não voam, mas nadam como torpedos!

Além dos pinguins, um monte de animais nada. Vários passam a vida toda em lagoas, riachos, nos rios ou no mar. Podemos ver nadadeiras em forma de remo em animais aquáticos como peixes, [baleias](#), tartarugas-marinhas e também nos pinguins. Outros bichos aquáticos são compridos como cobras e serpenteiam pela água: é o caso das moreias e do cinturão-de-vênus.

A

Quando Patrícia viu as inflorescências da planta parasita, pensou: “Quem será o polinizador?”



Imagem do gambá polinizador da curiosa planta parasita da Mata Atlântica.  
Foto Felipe Amorim e colaboradores / Ecological Society of America

Fonte: Autores.

Todos esses métodos geram evidências, ou dados científicos. Esses são fundamentais nas ciências empíricas, pelos quais os cientistas os usam para “validar suas conclusões, ou seja, o conhecimento gerado na pesquisa”. Dada sua importância, verificamos que esta categoria, dados científicos, foi a mais predominante nos TDC analisados. Desta forma, o professor pode trabalhar com auxílio dos textos de divulgação da revista CHC os diferentes tipos de dados que são produzidos pelos cientistas, que podem ser numéricos, qualitativos, imagens, entre outros (Figura 5).

**Figura 5** - Fragmentos de diferentes dados científicos (evidências) obtidas por cientistas presentes nos TDC.



Fonte: Autores.

Em nossa análise consideramos como evidências também informações presentes nos textos que se referem a conceitos científicos, importantes para o entendimento dos contextos temáticos trabalhados nos textos de divulgação (tabela 8).

**Tabela 8** - Fragmentos de 8 textos relacionados à categoria Dados científicos.

Textos	Fragmentos
<b>TDC 1</b>	Estima-se que nove em cada dez índios morreram, em menos de cem anos, em consequência de doenças contraídas dos europeus.
<b>TDC 3</b>	[...] além disso, os sacos plásticos jogados no mar costumam ser confundidos por elas com águas-vivas [...].
<b>TDC 12</b>	Os principais estudos sobre a diminuição das populações de abelhas foram realizados com a abelha da espécie <i>Apis mellifera</i> e tem indicado que produtos químicos existentes nos pesticidas contaminam o néctar e o pólen das flores.
<b>TDC 14</b>	Assim, alguns animais podem sinalizar para membros da sua espécie usando cores que são imperceptíveis para seus predadores.
<b>TDC 18</b>	Os polinizadores são importantíssimos para a sobrevivência de milhares de espécies de plantas, inclusive muitas daquelas que nos servem de alimento.
<b>TDC 19</b>	Essas bactérias e fungos microscópicos, capazes de sobreviver em ambientes como os arredores de um vulcão, desertos de sal e águas congeladas, são chamados de extremófilos.
<b>TDC 23</b>	Essas plantas produzem uma substância tóxica que fica no solo mesmo depois que morrem, o que poderia impedir o crescimento de outros vegetais naquele local.
<b>TDC 25</b>	Nos dias de hoje, há muito mais contaminantes sendo lançados na natureza do que há 40 ou 50 anos, e o avanço da industrialização e o crescimento da população fazem com que a degradação da natureza seja cada vez maior.

Fonte: Autores.

De posse dos dados produzidos, os cientistas então geram conclusões que são as respostas às perguntas formuladas. Desta forma, “as conclusões são o que chamamos de conhecimento científico produzido” que contribui para o melhor entendimento e refinamento das teorias sobre o mundo natural. Esse é o princípio epistêmico mais fundamental da ciência. Nos textos analisado, nós identificamos 35 fragmentos referentes à categoria Conclusão e Divulgação em 20 TDC (Tabela 9).

**Tabela 9** - Fragmentos de 8 textos relacionados à categoria Conclusão e Divulgação.

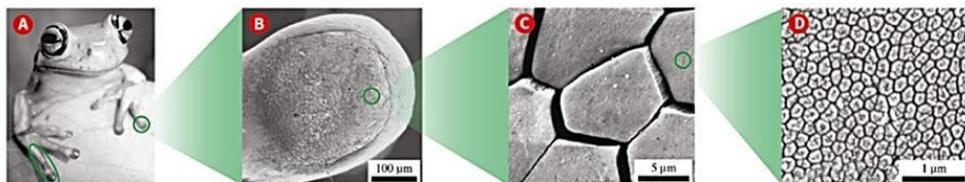
Textos	Fragmentos
TDC 9	O mais interessante é que os ovos de uma ninhada eclodem juntos [...] Comunicação entre ovos!
TDC 12	Quando as abelhas não retornam, ocorre o enfraquecimento da colônia, restando apenas a rainha, algumas poucas operárias jovens e as larvas. Mas também há problema quando as abelhas conseguem retornar depois de sugar o néctar de flores com agrotóxicos: elas levam pólen contaminado para dentro das colônias. Isso reduz a movimentação e a capacidade de comunicação entre as abelhas afetando a divisão de trabalho, os cuidados com as larvas e a limpeza da colônia.
TDC 13	Cientistas logo constataram que a coloração vinha da presença de minúsculas algas que viviam dentro dos ovos desses animais.
TDC 17	Também rompemos barreiras quando aumentamos o contato com animais silvestres durante a caça e quando comemos a carne desses animais, que não é controlada para doenças pelo serviço de inspeção veterinária, desde sua criação até venda.
TDC 19	[...] e encontraram os primeiros pontos conhecidos da superfície terrestre sem qualquer sinal de vida.
TDC 23	[...] no entanto, até hoje nenhuma das explicações foi definitivamente comprovada, nem descartada, e o debate sobre qual delas é a mais convincente continua.
TDC 29	No caso da lesma-do-mar, o comportamento de cortar a própria cabeça não parece ser eficiente para despistar um predador.
TDC 30	Com a ecossonda, é possível conhecer lugares nunca vistos no oceano.

Fonte: Autores.

Podemos notar na tabela acima que em alguns textos as “conclusões nem sempre chegam a uma resposta definitiva”, gerando outros questionamentos, como no fragmento do TDC 23. Isso mostra um ponto importante na ciência, que nem sempre se consegue obter uma explicação para certos fenômenos, mas que cada estudo pode contribuir ou dar mais um passo nessa compreensão.

Outro ponto que observamos em alguns textos é a referência a artigos científicos, nos quais os cientistas divulgam suas descobertas e se comunicam. Podemos ver isso na Figura 6, por exemplo.

**Figura 6** - Na imagem retirada do TDC 16 (Como as pererecas grudam na parede?) é colocada a fonte de onde a imagem foi retirada, de um artigo científico.



A ponta de cada dedo de uma perereca (imagem A) tem a forma de um disco (imagem B). A parte de baixo de cada disco tem muitas pequenas células em forma de pentágono ou hexágono separadas por canais por onde escorre um muco bem fino (imagem C). E cada uma dessas células tem um montão de bastõezinhos, os nanopilares, 150 vezes mais finos que um fio de cabelo (imagem D).

Imagens: Langowski e colaboradores / *Frontiers in Zoology*. / Scielo Books / <https://doi.org/10.1186/s12983-018-0273-x> / CC BY 4.0

Fonte: Autores.

Com isso, o professor pode trabalhar em sua aula as formas como os cientistas divulgam seus achados.

Outro ponto que o professor pode abordar é o papel e a influência da ciência na sociedade. Encontramos nos TDC analisados 28 fragmentos em 16 TDC. Na Tabela 10 podemos observar alguns deles.

**Tabela 10** - Fragmentos de 6 textos relacionados à categoria Relação CTS.

Textos	Fragmentos
TDC 12	Grandes perdas econômicas também podem ser esperadas na produção agrícola, porque a diminuição de polinizadores pode não causar a extinção por completo da planta cultivada, mas resulta na diminuição da quantidade e na perda de qualidade de frutos. Ou seja: se as abelhas desaparecem, a qualidade dos alimentos piora e os países perdem muito dinheiro.
TDC 16	Existe uma área da ciência, a biomimética, dedicada a criar tecnologias e soluções inspiradas na natureza. E as pererecas têm inspirado muitos cientistas a tentar desenvolver, por exemplo, adesivos mais eficientes e reutilizáveis.
TDC 17	Ambientes conservados, com equilíbrio bem mantido entre os organismos que ali habitam, são a garantia de um futuro seguro para a humanidade. Para que isso ocorra, nós precisamos aprender como utilizar seus valiosos recursos, sem destruir o ambiente e nos colocar em risco.
TDC 21	A mudança nos hábitos alimentares de uma espécie de morcego, assim como nos de outros animais, indica que nós, humanos, estamos alterando bastante as nossas paisagens naturais. As cidades estão crescendo a ponto de invadir florestas e outros ambientes naturais, e esses novos espaços urbanos acabam introduzindo novas espécies de plantas que servirão de alimento aos animais
TDC 24	A vida nesses ambientes aquáticos será afetada e peixes importantes para a alimentação humana podem desaparecer.
TDC 30	Em 2021, surgiu um esforço mundial para a criação de um mapa de relevo ainda mais preciso do fundo do mar, principalmente porque o ser humano depende desse conhecimento para muitas coisas, como a pesca, a extração de minérios, a previsão de terremotos e tsunamis e até a internet.

Fonte: Autores.

Acreditamos que os TDC podem ajudar o professor a trabalhar com “atitude e valores com os alunos” (conteúdo atitudinal) sobre vários aspectos, por exemplo, como a tecnologia impacta suas vidas ou a relação deles com o ambiente e o equilíbrio deste em relação às doenças. São vários aspectos que os TDC permitem explorar.

Um ponto pouco explorado nos TDC foi a “humanização do cientista” no que diz respeito a seus sonhos, dificuldades, caminhos, angústia que são compartilhados por todos nós. Foram encontrados somente sete fragmentos em 4 TDC. Dois deles transcrevemos abaixo,

*TDC 11. Quando eu era criança, eu adorava brincar na horta da minha avó Zezé. Mexendo na terra úmida, eu e meus primos competíamos para ver quem conseguia encontrar o maior número de tatuzinhos-de-jardim.*

*TDC 29. Sayaka Mitoh é uma jovem cientista japonesa que estuda lesmas marinhas. Um dia, ao chegar ao laboratório onde trabalha, ela percebeu algo de estranho com uma das lesmas que criava em um aquário.*

Nesses dados podemos perceber um aspecto mais humanístico do(a) cientista como uma pessoa jovem ou lembrando de quando era criança. Tratando-se de crianças de 7 a 10 anos, público das séries iniciais do Ensino Fundamental, os relatos presentes nos fragmentos podem levar a uma identificação com os(as) cientistas, pois não são tratados como pessoas especiais e privilegiadas.

## 5. Discussão

Atualmente há um consenso de que aprender sobre ciências não é somente saber conteúdos científicos, como conceitos, teorias, fórmulas, mas também sobre a NdC (Gil-Pérez *et al.*, 2001; Bejarano *et al.*, 2019). E esse ensino deve ocorrer desde as séries iniciais da Educação básica e, nesse nível, isso compete aos professores com formação em Pedagogia. Entretanto, pesquisas com professores desse ciclo da Educação básica mostrou que eles associam a ciência a uma perspectiva meramente conteudista e com práticas elaboradas sem o entendimento científico adequado, além de uma formação nos moldes de uma escola clássica, com ênfase na Língua portuguesa e Matemática (Pires & Malacarne, 2018; Rodrigues & Boer, 2019; Guerra *et al.*, 2021). Isso é decorrente da formação inicial em que muitos conteúdos específicos não são trabalhados de forma profunda (Lima, Souza, 2017). Acreditamos que isso deve ocorrer em formação continuada.

Nosso trabalho não tem o intuito de discutir a formação do(a) professor(a), mas de apresentar uma análise de materiais de divulgação que possam ajudá-lo(a) no ensino da NdC. E nesse sentido, o uso de TDC tem recebido muito destaque no ensino

de ciências devido as suas potencialidades, como no estímulo à leitura, no desenvolvimento da criticidade, no entendimento de conceitos científicos, entre outros (Ferreira & Queiroz, 2015). Contudo, poucos estudos referentes ao uso do TDC em sala de aula focaram na potencialidade para o entendimento da NdC (Jiang & McComas, 2014; Diniz & Resende Jr, 2018; Castro & Peticarrari, 2019; Silva & Ovigli, 2021). Esse foi o foco do presente estudo.

Assim, a partir da análise dos TDC publicados na revista CHC, concluímos que eles apresentam elementos da NdC, porém não de forma explícita, mas que podem ser utilizados pelo professor das séries iniciais do Ensino Fundamental em sala de aula. Além de trabalhar conceitos científicos, os textos permitem trabalhar outros elementos relacionados ao processo de construção do conhecimento científico, como a importância das perguntas para a pesquisa, das hipóteses e das formas de obter dados, ou seja, aspectos metodológicos, a importância das conclusões das pesquisas para o conhecimento científico e também a relação da ciência com a sociedade. Contudo, esse aspecto é muito pouco trabalhado nos textos assim como a humanização do cientista. Vamos entender melhor isso.

Nós identificamos alguns princípios epistêmicos básicos que de certa forma permeiam todas as áreas científicas. Entre eles podemos citar, a importância da pergunta, do contexto da descoberta, do papel das hipóteses, dos métodos para a produção de dados, os papéis dessas evidências (dados) nas ciências empíricas e das conclusões na geração de conhecimento científico e sua relação com a sociedade. Entendemos que esses princípios e sua reflexão crítica devem ser um dos focos para uma educação científica para a compreensão da NdC e, portanto, estar presente no ensino de ciências desde as séries iniciais do Ensino Fundamental, em que os estudantes terão “acesso aos conhecimentos relativos ao mundo natural com a compreensão de conhecimentos científicos, de modo que esses estudantes tenham uma visão mais consciente do mundo” (Santana & Sedano, 2021, p. 380).

Dentre os princípios, notamos que dois foram mais evidentes, métodos e dados científicos, correspondendo a 139 fragmentos dos 280 identificados. Não nos surpreende esse fato, pois são elementos importantes na construção do conhecimento, já que os cientistas os usam para construir e validar suas conclusões e a comunidade científica os utilizam para validá-las e aceitá-las, o que é chamado contexto da justificação (Volpato, 2017). O que nos chamou a atenção nas análises dos TDC foi verificar a presença de uma pluralidade metodológica. O professor ao trabalhar esse ponto com seus alunos, pode discutir a questão do método científico, ou seja, que não há “o método”, mas diferentes metodologias, em uma perspectiva feyrrabendiana, para a produção de dados que estão de acordo com as características de cada área científica e que são influenciadas pelas experiências do cientista, pelos diferentes instrumentos usados, pela forma como se dá a observação que depende da natureza do objeto. Mas não descartando sua natureza lógica e rigorosa, eis aí a dimensão observacional da NdC na perspectiva da Whole Science (Moura, 2014; Bejarano et al., 2019).

Outros princípios epistêmicos que notamos nos textos foram o contexto da descoberta e a presença de perguntas relacionados ao tema trabalhado, sendo esse último o mais explícito dentre os princípios, totalizando 54 fragmentos reconhecidos. Como nos lembra Bachelard (2001), é o problema e o sentido por trás dele que marca o espírito científico, pois todo o conhecimento é resposta a uma pergunta. E essa pergunta não nasce, muitas vezes de forma inesperada, mas é resultado de outro princípio epistêmico, o contexto da descoberta, na qual a partir das Teorias e da literatura científica o(a) cientista levanta questões ainda não previstas nesse arcabouço teórico (Volpato, 2017). Mas, devemos lembrar que aqui entra a imaginação e criatividade do(a) cientista, pois entendemos que a ciência é uma construção humana e por ela influenciada, entrando em jogo questões sociais, tecnológicas e, porque não dizer, interesses pessoais e políticos. Isso deve ser levado em consideração pelo(a) professor(a) na discussão com os(as) alunos(as), estimulando-os(as), a partir desse contexto da descoberta presente nos TDC, a formular questões e compará-las com as perguntas presentes no texto, por exemplo. Isso estimula um pensamento aberto na busca de problemas a serem discutidos e podendo desenvolver nos alunos a capacidade de formular perguntas, em uma perspectiva bachelardiana (Fonseca, 2008) e seguindo um raciocínio lógico usando as Teorias e dados da literatura na construção

da argumentação que conduz às perguntas, de acordo com as dimensões conceitual e sociocultural da Whole Science sobre a NdC (Bejarano et al., 2019).

Das perguntas científicas derivam as hipóteses, um princípio epistêmico na prática científica. De acordo com Praia, Cachapuz e Gil-Perez (2002) as hipóteses fazem parte da prática científica presente na fase de criação de conhecimento. Apesar do número baixo de fragmentos, 18 identificados, isso pode ter uma explicação na lógica de pesquisa. Podemos identificar 3 tipos lógicos nas ciências empíricas, as pesquisas de associação de variáveis, em que duas os mais se associam, podendo ter ou não interferência direta entre elas, e a pesquisa de caracterização que envolve a descrição de uma ou mais variáveis (Volpato, 2017).

E em nossa análise dos TDC encontramos textos que podem ser classificados em uma pesquisa de caracterização em que não há hipótese, salvo quando esta envolve comparação. Dentro da perspectiva conceitual da Whole Science, isso pode ser uma oportunidade de discutir as lógicas das pesquisas e suas formas de raciocínios, como o princípio do falseamento de Popper e das diferentes consequências que poderiam ser satisfeitas e deduzidas pelos(as) cientistas a partir da hipótese. Com isso, o(a) professor(a) pode pedir a seus(suas) alunos(as) que pensem e deduzam as consequências das hipóteses presentes no texto antes de avançar na leitura. Isso pode criar um ambiente rico na sala de aula onde perguntas e novas hipóteses podem circular. Em um estudo com o uso da CHC na sala de aula, foi observado que os textos promoveram o diálogo entre os alunos e a professora porque encontram-se neles perguntas, imagens, dentre outras características (Almeida, 2018).

Destes princípios epistêmicos, discutidos até agora, contexto da descoberta, o papel das hipóteses e dos métodos na geração de dados, chegamos ao um dos mais importantes para a ciência, as conclusões produzidas pelos(as) cientistas. Identificamos um total de 35 fragmentos nos TDC analisados. A conclusão, apesar de ser uma interpretação do(a) cientista para explicar os fenômenos do mundo, ela tem forte relação com as evidências observadas, que lhe darão sustentação para sua aceitação (Volpato, 2017). Seu uso pelo(a) professor(a) não vai só como apresentação do resultado final de uma pesquisa científica, mas deve ser focado na relação que a conclusão guarda com os outros princípios da prática científica. O(a) professor(a) deve mostrar sua relação com a forma de raciocínio usado na ciência, como o argumento dedutivo ou indutivo, com o tipo lógico de pesquisa, como isso pode influenciar a sociedade na tomada de decisões, por exemplo. Desta forma, o(a) professor(a) pode discutir com seus(suas) alunos(as) essa visão mais ampla da NdC, em suas dimensões observacional, conceitual e sociocultural preconizada pela Whole Science (Bejarano et al., 2019).

Dois aspectos muito relacionados com a dimensão sociocultural, estão a relação CTSA e a humanização do(a) cientista que devem estar presentes quando se discute a NdC na perspectiva da Whole Science. Ao aceitarmos a natureza não neutra da ciência e do(a) cientista, é preciso discutir como o contexto social, econômico, político e a ética interferem na ciência realizada em determinado país, cultura e época, sendo o contrário também verdadeiro (Bejarano et al., 2019; Gil-Pérez *et al.*, 2001). É importante mostrar que o cientista e a cientista têm angústias, preferências, tem uma história de vida, que influencia suas experiências, ou seja, é preciso no ensino de ciências trabalhar a relação entre o ser humano com o mundo físico, natural e também a aproximação da tecnologia com o mundo social, no qual o aluno está inserido (Silva et al., 2020, Silveira & Fabri, 2020). Isso aproxima mais o(a) cientista das crianças. Contudo, encontramos poucos fragmentos relacionados a essas abordagens, principalmente a humanização, com somente 5 fragmentos. Sugerimos que isso deve ser mais trabalhado nos TDC, pois ajuda a desmistificar a figura do cientista como um homem branco e com inteligência acima da média, só para citar alguns estereótipos.

## 6. Considerações Finais

Com este estudo, percebemos que os TDC presentes na CHC podem ser utilizados no ensino da NdC. Contudo, o(a) professor(a) deve torná-los explícitos para os alunos, esse é o seu papel. Concordamos com Mendonça (2020) que é necessário um ensino explícito desses princípios, envolvendo os alunos em um processo reflexivo sobre as práticas científicas, “o que estaria

relacionado ao como sabemos o que sabemos e o por que acreditamos no que sabemos” (p. 12). O TDC não trabalha as práticas científicas em si, mas pode ser um instrumento de reflexão sobre elas.

Por fim, acreditamos que o uso de TDC na sala de aula pode contribuir com a contextualização da ciência e na compreensão de sua natureza, principalmente nos seus contextos de descoberta e de justificação, nos quais os(as) cientistas levantam perguntas, propõem explicações (hipóteses) e as testam (métodos). Como eles(as) transformam os dados em modelos e padrões e evidenciar como as explicações são sustentadas por dados empíricas, ou seja, é a partir do entendimento crítico desses princípios epistêmicos que os(as) alunos(as) compreenderão a NdC (Mendonça 2020). Outro ponto importante preconizado pela Whole Science é que somente a partir de casos particulares, concretos e tornados explícitos é possível compreender a verdadeira NdC, pois isso contextualiza a ciência (que é heterogênea) praticada por determinada área (Bejarano et al., 2019). Nós acreditamos que os textos da CHC, assim como outros TDC, possam satisfazer esse critério, pois ao trazer relatos de pesquisas em seu contexto e escrita por cientistas, colocam o leitor dentro desse universo que é a ciência.

Novos estudos devem ser feitos sobre este assunto, agora avaliando sua aplicabilidade em sala de aula.

## Referências

- Almeida, S. A. (2018). Cenas de leitura da ciência hoje das crianças: modos de uso e apropriação da revista em sala de aula. *Educação em Revista*, 34, e173829|2018.
- Bachelard, G. (2001). *O novo espírito científico*. Tempo Brasileiro.
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Bejarano, N. R. R., Bravo, A. A. & Bonfim, C. S. (2019). Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. *Ciência & Educação*, 25(4), 967-982.
- Castro, K. A. & Peticarrari, A. (2019). O texto de divulgação científica em pesquisas sobre o Ensino de Ciências e Biologia apresentados nos ENPECs de 2009 a 2017. *Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC*, Natal, RN.
- Diniz, N. P. & Rezende Jr, M. F. (2018). Percepções sobre a Natureza da Ciência em Textos de Divulgação Científica da Revista Ciência Hoje Online. *Acta Scientiae*, 20(4), 571-592.
- Ferreira, L. N. A. & Queiroz, S. L. (2015). Utilização de textos de divulgação científica em salas de aula de química. In: Giordan, M. & Cunha, M. B. (Orgs.) *Divulgação científica em sala de aula* (pp. 131-159). Unijui.
- Fonseca, D. M. (2008). A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente. *Educação e Pesquisa*, 34(2), 361-370.
- Guerra, L., Oliveira, F. V., Candito, V. & Schetinger, M. R. C. (2021). O ensino de ciências na formação inicial em pedagogia: abordagens metodológicas no desenvolvimento da práxis docente. *Revista Triângulo*, 14(1), 71-91.
- Gil-Pérez, D., Montoro, I. F., Alís, J. C., Praia, J. & Cachapuz, A. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153.
- Jiang, F. & McComas, W. F. (2014). Analysis of nature of science included in recent popular writing using text mining techniques. *Science & Education*, 23(9), 1785-1809.
- Inep (2019) *Relatório Brasil no Pisa 2018*. Inep/MEC.
- Lima, K. B. L. & Souza, D. W. N. (2017). Formação de professores e o ensino de ciências no ensino fundamental. *Revista de estudios e investigación en psicología y educación*, Volume extra, 6.
- Mendonça, P. C. C. (2020). De que conhecimento sobre natureza da ciência estamos falando? *Ciência & Educação*, 26, e20003.
- 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.
- Pires, E. A. C. & Malacarne, V. (2018). Formação inicial de professores no curso de pedagogia para o ensino de ciências: representações dos sujeitos envolvidos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23(1), 56-78.
- Praia, J., Cachapuz, A. & Gil-Pérez, D. (2002). A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação*, 8(2), 253-26.
- Rodrigues, J. S. M. & Boer, N. (2019). Da epistemologia à prática docente na educação infantil: relato de uma sequência didática. *Research, Society and Development*, 8(6): e186969
- Silva, R. R. M. & Ovigli, D. F. B. (2021). As representações da ciência em matérias de uma revista de divulgação científica: a cosmologia superinteressante. *Investigações em Ensino de Ciências*, 26(1), 343-374.

Silva, C. S. S., Souza, D. S. & Prochnow, T. R. (2020). As crianças e o interesse pela ciência: um estudo baseado em ações para promoção da aprendizagem significativa. *Revista brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, 13(1), 400-415.

Silveira, R. M. C. F. & Fabri, F. (2020). Ensino de ciências, alfabetização científica e tecnológica e enfoque ciência, tecnologia e sociedade: o que pensam docentes dos anos iniciais do ensino fundamental em exercício. *REnCiMa*, 11(4), 129-148.

Santana, U. S. & Sedano, L. (2021). Práticas epistêmicas no ensino de ciências por investigação: contribuições necessárias para a alfabetização científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 26(2), 378-403.

Volpato, G. (2013). *Ciência: da filosofia à publicação*. Cultura acadêmica, (6a ed.).

Volpato G. (2017). *Método lógico para a redação científica*. Best writing, (2a ed.).