

# **Instrumento de análise de confiabilidade nas afirmativas científicas**

## **Instrument to analyse the reability in scientific clains**

**Letícia de Cássia Rodrigues Araújo**

Universidade Federal de Ouro Preto

[Leticia.rodrigues1@aluno.ufop.edu.br](mailto:Leticia.rodrigues1@aluno.ufop.edu.br)

**Paula Cristina Cardoso Mendonça**

Universidade Federal de Ouro Preto

[paulamendonca@ufop.edu.br](mailto:paulamendonca@ufop.edu.br)

### **Resumo**

Neste trabalho, apontamos a importância da construção de conhecimento funcional de Natureza da Ciência por estudantes da educação básica perante a crescente disseminação de afirmativas relacionadas à Ciência que são divulgadas nas mídias sociais e que, na grande maioria das vezes, disseminam informações falsas e enganosas. Adaptamos a rubrica de Dimensões de Confiabilidade na Ciência proposta por Allchin (2017) a fim de adequar um instrumento de análise de confiabilidade de afirmativas científicas para que estudantes possam ter critérios analíticos na avaliação destas. Essa adaptação foi pensada após percebermos a complexidade da rubrica original que poderia não ser acessível aos estudantes do nível básico de educação, como também a falta de estudos empíricos sobre a rubrica na literatura da área. Consideramos que, a partir desse instrumento analítico, propiciamos uma contribuição teórica e metodológica para o campo de ensino e pesquisa de Natureza da Ciência.

**Palavras chave:** natureza da ciência, conhecimento funcional, negacionismo, desinformação científica, mídias sociais.

### **Abstract**

In this work, we point out the importance of the construction of functional knowledge of the Nature of Science by basic education students in the face of the increasing dissemination of statements related to Science that are disseminated in social media and that, in the vast majority of times, disseminate false and misleading information. We adapted the rubric of Dimensions of Reliability in Science proposed by Allchin (2017) to adapt an instrument to analyze the reliability of scientific statements so that students can have analytical criteria to evaluate them. This adaptation was thought after realizing the complexity of the original rubric that might not be accessible to students at the basic level of education, as well as the lack of empirical studies on the rubric in the literature of the area. We consider that, through this analytical tool, we provide a theoretical and methodological contribution to the field of teaching and research in the field of Nature of Science.

**Key words:** nature of science, functional knowledge, negationism, scientific disinformation, social media.

## Introdução

Nos últimos anos, principalmente a partir da pandemia do coronavírus, percebemos que a negação e a desinformação científica têm alcançado grandes proporções e atingido públicos diversos, devido ao alto potencial de alcance da internet, incluindo, principalmente, as redes sociais. Nesse ambiente das mídias sociais, repleto de discussões relacionadas a questões ligadas à Ciência, como por exemplo, o coronavírus e a vacinação, muitas informações ditas “científicas” podem ser proferidas por sujeitos que se passam por “especialistas da Ciência” na esperança de persuadir o público através de um falso discurso de autoridade (ALLCHIN, 2022). Por outro lado, as mídias sociais contribuíram com informações de qualidade para os cidadãos tomarem decisões prudentes sobre a pandemia. Podemos citar como exemplo, o canal do youtube do divulgador científico Atila Iamarino, doutor em microbiologia, que realizou diversas lives em seu canal a fim de informar a população sobre o coronavírus, a pandemia e a vacinação. Neste sentido, as perguntas colocadas pelo autor Douglas Allchin (ALLCHIN, 2020, 2022; HOTTECKE; ALLCHIN, 2020) sobre: “Em que e em quem confiar?” nos parecem muito relevantes neste cenário.

Poderíamos responder a estes questionamentos afirmando que devemos confiar em especialistas, porém, não recebemos informações somente de especialistas e nem sempre sabemos avaliar quem é um especialista de determinado campo do conhecimento. Por outro lado, os sujeitos que proferem e/ou veiculam afirmações falsas sobre a Ciência buscam formas de persuadir o público sobre a aceitabilidade das mesmas na comunidade científica, ou seja, se passam por especialistas (ALLCHIN, 2022) e, inclusive, falam de temas mais diversificados como se pudessem ser especialistas em todas as áreas da Ciência, como exemplo, citamos Olavo de Carvalho, filósofo autoproclamado.

O público ao qual estamos fazendo menção é composto por cidadãos comuns que inevitavelmente dependem de especialistas e conhecimentos científicos para distinguir o que é confiável ou não nas informações sobre a Ciência que lhes são passadas e como isto pode lhes ajudar a tomar decisões esclarecidas na sociedade (por exemplo, no caso da pandemia, se vacinar ou utilizar tratamentos alternativos para a Covid-19). Nesse sentido, os consumidores dessas informações devem ser capacitados a avaliar as afirmativas e usar aqueles conhecimentos relacionados à Ciência que lhes auxiliam em decisões cotidianas esclarecidas. Isto é, devem ter critérios ou filtros que possam os nortear na decisão do que acreditar, em quem acreditar e se devem divulgar ou não tais afirmações (como nos grupos de *WhatsApp* e em publicações no *Twitter*, *Instagram* e *Facebook*).

Tratando deste contexto, no ensino de Ciências a discussão sobre Natureza da Ciência (NdC) tem como finalidade capacitar os estudantes a serem sujeitos bem informados sobre a Ciência e as práticas científicas e capazes de distinguir afirmações baseadas em evidências daquelas infundadas (ALLCHIN, 2022; HOTTECKE; ALLCHIN, 2020). Nesse sentido, a compreensão de NdC pode contribuir para que os estudantes se posicionem de forma consciente e crítica nas resoluções de questões e problemas sociocientíficos ou socioambientais (OLIVEIRA, 2020).

No ensino de NdC várias abordagens pedagógicas foram propostas ao longo dos anos, a de



maior destaque são as visões consensuais<sup>1</sup>. As visões consensuais foram propostas através de listas de aspectos que visam caracterizar a Ciência e que deveriam fazer parte do currículo de ciências (LEDERMAN, 2006; OSBORNE et al., 2003). Uma das listas de maior destaque na literatura da área é a de sete princípios proposta por Lederman (2006), que justifica a utilização da mesma salientando que, entre os especialistas da área, não há um consenso sobre uma definição específica do que é Ciência, devido a sua complexidade, mas que existem vários aspectos da Ciência que ninguém os coloca em prova e que seriam adequados ao contexto escolar, sendo eles: (i) o conhecimento científico é provisório e sujeito a mudanças; (ii) tem caráter empírico; (iii) é norteado por leis e teorias; (iv) é produto da inferência, criatividade e imaginação humana; (v) é influenciado pelo contexto cultural e social; (vi) é distinto de observações e inferências e (vii) é subjetivo.

Apesar da influência dessas listas nas produções da área de Educação em Ciências, diferentes autores (ALLCHIN, 2011, 2017; CLOUGH, 2006; HODSON, 2014) apontam críticas à adoção de listas consensuais no ensino de NdC. Allchin (2011, 2017), afirma que a partir das listas os estudantes podem desenvolver conhecimento declarativo, ou seja, aquele conhecimento que não leva a análises críticas sobre problemáticas atuais e não contribui para tomadas de decisões cotidianas esclarecidas. Podemos citar, como exemplo, quando o estudante declara que o conhecimento é subjetivo e provisório, sem fazer uma ponderação, levando em conta os diferentes contextos. Devido a isto, pode julgar que todos os trabalhos científicos estão muito comprometidos ou contaminados pelas subjetividades dos cientistas e que não confiam plenamente na Ciência, visto que ela pode mudar ao longo do tempo, e, deste modo, optam por não utilizar conhecimento científico. Outro caso seria aquele no qual o estudante não compreende que a Ciência tem uma base segura para fazer afirmativas de conhecimento, fundamentada em evidências, mas que mesmo assim está sujeita a falhas e/ou evolução do conhecimento ao longo do tempo. Em uma situação prática, podemos pensar que o estudante pode entender que o conhecimento científico não é seguro e confiável e não querer se vacinar com receio de sofrer consequências, já que as vacinas, para ele, não são totalmente seguras e, seu uso, propicia sintomas colaterais. Assim, compreendemos que, para esse estudante, o entendimento de subjetividade mina a compreensão dos esforços feitos pela comunidade científica para tornar as afirmativas científicas objetivas e o entendimento de que a Ciência é provisória mina a compreensão de que há um corpus estável de conhecimento na Ciência e que há avanços e rupturas nesse processo.

Allchin (2011, 2017) faz uma contraposição entre os conhecimentos de NdC declarativos e aqueles que ele delimitou como funcionais. Segundo o autor, o entendimento funcional de NdC é aquele que possibilita o uso crítico de conhecimentos sobre a Ciência pelos sujeitos, possibilitando-os fazer uma análise dos acontecimentos visando tomadas de decisões justificadas. Podemos citar, como exemplo, quando o estudante analisa a veracidade de uma afirmação científica por diferentes vieses, como a credibilidade da fonte, do divulgador científico, do cientista e do grupo de pesquisa ao qual pertence, da instituição de pesquisa, entre outros, e a partir dessa análise, decide divulgar essa afirmação. Em contrapartida, o conhecimento funcional acontece quando o estudante compreende o empenho da comunidade científica para alcançar resultados concretos e confiáveis na produção de vacinas, por exemplo, e, nesse sentido, decide se vacinar, entendendo que o imunizante irá preveni-lo de determinada doença e que a imunização é um bem comum e coletivo e estabelecido no campo científico. Considerando as ideias de Allchin, neste artigo buscamos dar contribuições ao

---

<sup>1</sup> Não é foco deste artigo fazer uma revisão sobre as visões consensuais. Para mais esclarecimentos consultar McCOMAS et al., 1998; OSBORNE et al., 2003; LEDERMAN, 2006.

ensino e a pesquisa a partir de um instrumento com parâmetros que possam nortear a análise do conhecimento funcional de NdC – algo que ainda consideramos pouco esclarecedor nas pesquisas do autor.

## Referencial Teórico

Allchin (2011) propôs a abordagem 'Whole Science' (Ciência Integral – tradução nossa), que surge em oposição ao ensino de NdC fundamentado em listas, porque elas seriam processadas e descontextualizadas. Em sua abordagem o autor defende que para o sujeito compreender a Ciência e as práticas científicas de uma maneira funcional ele deve ter uma compreensão mais ampla e contextualizada da Ciência, baseada em estudos de caso históricos, contemporâneos e atividades investigativas.

Visando um conhecimento funcional de NdC, Allchin (2011, 2017) propôs a rubrica de Dimensões de Confiabilidade na Ciência (DCC). Ela contempla categorias e subcategorias para análise da confiabilidade das afirmativas e das práticas científicas relacionadas a produção, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento. As categorias são: (i) a observação e raciocínio; (ii) os métodos de investigação; (iii) a história e criatividade; (iv) o contexto humano; (v) a cultura científica; (vi) os processos cognitivos; (vii) as interações sociais entre os cientistas; (viii) a instrumentação e práticas experimentais; (ix) a economia e/ou financiamento, e por fim (x) a comunicação e transmissão do conhecimento. Essas categorias são contempladas por subcategorias, as quais possuem a finalidade de especificar a análise da confiabilidade científica, como por exemplo, a categoria contexto humano possui as subcategorias: (i) espectro de motivações para fazer Ciência e (ii) espectro de personalidades humanas na Ciência.

Ao analisar a versão mais recente da rubrica (ALLCHIN, 2017), observamos que a mesma contempla diversos parâmetros, mostrando-se ampla, caso o objetivo seja utilizar seus critérios para avaliar a confiabilidade de divulgações públicas sobre a Ciência. Além disso, a rubrica pode ser complexa a depender do público, pois não apresenta uma visão precisa para cada um dos parâmetros apresentados (ALMEIDA, 2019). Por exemplo, pode se tornar uma ferramenta complicada para os estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental analisarem aspectos da Ciência por contemplar diversos parâmetros muitas vezes incompreensíveis para essa faixa etária, os quais ficam ainda mais confusos por não serem amparados por explicações acessíveis a esse público.

Além disso, apesar de acreditarmos no alto potencial da DCC para o ensino de NdC e construção do conhecimento funcional, sentimos uma carência na literatura de trabalhos empíricos que nos demonstrem a eficácia da rubrica e as maneiras pelas quais ela pode ser utilizada. Essa lacuna se mostra mais ampla nos níveis básicos da educação, pois, como mencionado anteriormente, a DCC pode se tornar complexa e não há trabalhos empíricos na literatura da área para nortear os meios de abordagem da DCC.

Todavia, alguns autores da área (ALMEIDA, 2019; MENDONÇA; OLIVEIRA; ALMEIDA, 2021; OLIVEIRA, 2020) se basearam na DCC original para desenvolver seus trabalhos. Mendonça; Oliveira; Almeida (2021) utilizaram alguns parâmetros da DCC proposta por Allchin (2011) para avaliar o conhecimento funcional de estudantes do ensino superior a partir de suas respostas a um questionário contextualizado envolvendo um caso sociocientífico. Especificamente eles avaliaram as categorias observações e raciocínio, métodos de investigação, economia/financiamento e comunicação e transmissão de



conhecimentos presentes na DCC original e que estavam mais salientes ao caso analisado. Além disso, tais autores propuseram critérios para definir mais claramente o que seria conhecimento funcional na resposta escrita dos estudantes, a saber: (i) se eles realizaram uma análise bem informada sobre as afirmativas científicas e práticas relacionadas a elas, ou seja, se, ao analisar, evitaram conclusões precipitadas; (ii) interpretaram os dados científicos para fundamentar o posicionamento com evidências; (iii) evitaram meras declarações de aspectos de NdC, isto é, não mencionaram apenas um aspecto da NdC, mas, também explicitaram como tal aspecto poderia dar suporte a um determinado posicionamento. Almeida (2019) investigou como licenciandos usaram seus conhecimentos de NdC para pensar criticamente sobre tópicos relacionados à História da Ciência. Para análise da compreensão funcional de NdC dos graduandos a autora usou as Dimensões de Confiabilidade na Ciência (ALLCHIN, 2017), mas, para isso propôs alterações a DCC original especificando as categorias e subcategorias a fim de deixá-las mais compreensíveis. Por fim, Oliveira (2020) investigou como estudantes de um curso de graduação utilizaram conhecimentos de NdC para analisar afirmativas relacionadas a uma controvérsia científica (diets *low carb* e *low fat*) e também como o conhecimento de NdC relacionou-se com o posicionamento dos graduandos na resolução de uma questão sociocientífica sobre consumo de carne animal. A autora desfrutou da DCC, adaptada por Almeida (2019) e os critérios adotados por Mendonça e colaboradores (2021), como ferramentas de análise para avaliar o conhecimento funcional dos estudantes.

Considerando as pesquisas brasileiras que têm utilizado as ideias de Allchin, percebemos que o locus delas foi o ensino superior, além disto, não tiveram como foco a análise de informações que circulam na sociedade, nos jornais tradicionais e nas mídias sociais. Esse foco tem ganhado destaque pelo próprio Allchin em suas recentes publicações (ALLCHIN, 2020, 2022; HOTTECKE; ALLCHIN, 2020). Nesse contexto, defendemos a importância do desenvolvimento de conhecimento funcional sobre NdC, visto o avanço que as mídias sociais têm propiciado no compartilhamento de informações de modo praticamente ilimitado e negligenciado (ALLCHIN, 2022). Principalmente no recente cenário pandêmico, em que observamos diversas publicações falsas sobre diferentes contextos científicos, por exemplo o crescimento exponencial de afirmações relacionadas a movimentos antivacina, quando sujeitos colocam em dúvida a sua eficácia, mesmo com a comprovação da comunidade científica frente a capacidade de prevenção dos imunizantes. Ou quando creem em medicamentos sem nenhuma evidência científica, como o caso da Cloroquina<sup>2</sup>, medicamento que teve sua ineficácia no tratamento da doença Covid-19 comprovada. Esses exemplos indicam que a compreensão da Ciência e das práticas científicas devem estar associadas a evidências científicas, e divulgadas por especialistas e não apenas propagadas por sujeitos ou meios de comunicação externos à Ciência que imitam autoridades certificadas.

Hottecke e Allchin (2020) salientam que os grandes responsáveis por transmitir o conhecimento científico para o cidadão consumidor são os jornalistas científicos, também conhecidos como '*gatekeeping*' (conceito jornalístico para edição e filtragem do que será veiculado). Esses profissionais são responsáveis por selecionar a mensagem que querem transmitir e traduzi-la a uma linguagem mais acessível ao cidadão consumidor, ou seja, são profissionais que possuem credenciais para analisar as condutas que constituíram o conhecimento científico e traduzir a linguagem e os códigos científicos a uma linguagem mais compreensível ao público em geral. Os meios pelos quais, geralmente, esses jornalistas

---

<sup>2</sup> Droga, cientificamente comprovada, e largamente utilizada no tratamento de doenças crônicas de autoagressão, mais comumente no controle da artrite reumatóide, do lúpus eritematoso discóide ou disseminado, da porfiria cutânea, da urticária solar entre outras (SILVA; SILVA, 2009).

científicos transmitem as afirmações científicas são as revistas e jornais, como, por exemplo, a revista *Super Interessante* e a revista *Ciência Hoje*, veículos que informam aos cidadãos sobre os construtos científicos e que tiveram grande repercussão em décadas passadas.

Todavia, devido a ampla acessibilidade à internet, essas revistas e jornais de credibilidade científica estão cedendo espaço às mídias sociais. Essas, porém, podem noticiar um emaranhado de afirmações negacionistas e desinformações científicas podendo alienar os sujeitos que, muitas vezes, não são especialistas na área e que não utilizam de critérios coerentes com a Ciência para avaliar a confiabilidade das afirmativas científicas e separá-las das informações enganosas (ALLCHIN, 2022). Além disso, essas desinformações podem ser propagadas diversas vezes, criando um efeito de falso consenso (HOTTECKE; ALLCHIN, 2020) para aqueles sujeitos que recebem a informação por diferentes mídias sociais, como *Twitter*, *Instagram*, *Facebook* e grupos de *WhatsApp*.

Importa mencionar que nas mídias sociais também nos deparamos com a “boa Ciência” e com profissionais que disseminam conhecimentos que são resultados de trabalhos científicos sérios, sendo eles os jornalistas científicos, os divulgadores científicos e até mesmo os especialistas, que divulgam seus conhecimentos para os cidadãos comuns (ALLCHIN, 2022).

Nesse contexto, voltamos ao problema formulado por Douglas Allchin '*Em quem confiar?*', pois, nessas mídias a informação pode ser veiculada por todo e qualquer sujeito, sendo ele um especialista legítimo da área ou alguém que quer passar a falsa impressão de autoridade científica. O desafio é diferenciar afirmações científicas autênticas de falsas (ALLCHIN, 2020), o que pesquisadores da área (HOTTECKE; ALLCHIN, 2020) consideram como uma tarefa difícil, pois, a maioria dos sujeitos que imitam autoridades epistêmicas fazem isso usando símbolos e marcadores da "boa Ciência" de maneira consciente, a fim de criar a ilusão de autoridade na área. Portanto, o problema central é reconhecer o engano *versus* a autoridade genuína (ALLCHIN, 2020).

Com isso, entendemos que os estudantes precisam compreender a dimensão epistêmica que está por trás das informações propagadas pelas mídias, incluindo as mídias sociais, eles precisam de filtros para avaliar a informação científica e como ela é transformada dos laboratórios e campos científicos para o público em geral (HOTTECKE; ALLCHIN, 2020). Nesse contexto, Allchin (2020) propõe que os estudantes devem desenvolver filtros como '*bird's eye*' (Olhos de pássaros - Tradução nossa), ou seja, devem analisar as afirmações científicas por diferentes parâmetros e olhares. Compreendendo a necessidade de filtros mais específicos para avaliar criticamente as afirmativas científicas divulgadas nas mídias, adaptamos a DCC proposta por Allchin (2011, 2017) com a finalidade de tornar mais claro os critérios a serem analisados pelos estudantes para julgar a veracidade das afirmações científicas a partir de 'olhos de pássaros'.

## **Instrumento de análise de Confiabilidade nas afirmativas científicas**

Com a finalidade de atender o objetivo de analisar as afirmativas científicas divulgadas pela mídia alternativa, selecionamos as categorias da DCC que seriam mais coerentes com este objetivo educacional. Todavia, apesar da DCC original contemplar uma categoria denominada '*Comunicação e transmissão do conhecimento*' e nela conter as subcategorias: (i) normas para lidar com os dados científicos; (ii) natureza de gráficos; (iii) credibilidade de vários periódicos científicos e publicações da imprensa em geral; (iv) fraudes e outras formas de má-conduta e (v) responsabilidade social dos cientistas; percebemos que ela é pouco explicativa e, além



disso, ao analisar a DCC como um todo, percebemos que outros itens, contemplados em outras categorias, poderiam auxiliar os estudantes na análise de afirmativas científicas divulgadas na mídia.

O quadro 1 foi elaborado a partir de alguns parâmetros da DCC original, os quais serão discutidos com a apresentação de cada um dos parâmetros do instrumento de análise de confiabilidade nas afirmativas científicas. A rubrica tem a proposta de auxiliar os estudantes a analisarem a credibilidade de afirmativas científicas a partir de ‘olhos de pássaros’ e se colocarem no lugar de quem questiona sobre “Em que e em quem confiar?”.

**Quadro 1:** Instrumento de Análise de Confiabilidade nas Afirmativas Científicas

Ao analisar a credibilidade de uma afirmativa científica o sujeito pode questionar se:
1. São apresentados relatos de estudos científicos ou foram conclusões derivadas de experiências ocasionais?
2. Há estudos sendo desenvolvidos ao longo do tempo por diferentes grupos de pesquisadores? Os resultados das investigações são convergentes ou divergentes?
3. Há formas pelas quais os cientistas recorrem para convencer um público da coerência de suas ideias (gráficos, amostras, experimentos, controle de variáveis, dados estatísticos, entre outros)?
4. A comunicação da afirmativa científica foi feita de maneira completa e transparente (citando tamanho da amostra, estatísticas, validações, replicações, etapas da pesquisa etc.)?
5. Há maior aceitação das afirmações científicas quando o cientista ou o grupo de pesquisa é referência na área?
6. A fonte, na qual a pesquisa foi divulgada, impacta na credibilidade da afirmativa científica?
7. São apresentados detalhamentos dos aspectos éticos relativos à pesquisa com seres humanos?
8. É citado se o estudo científico foi analisado e criticado por outros cientistas?
9. As afirmativas científicas foram influenciadas pelas ideias prévias e cultura do cientista (ideologia, religião, nacionalidade etc.)?
10. O status de credibilidade das afirmativas científicas foi influenciado pelo gênero ou pela raça do cientista?
11. O status de credibilidade das afirmativas científicas foi influenciado pelas instituições de financiamento?
12. O contexto histórico, político e social influencia na confiabilidade das informações científicas?

Fonte: Elaborado pelas autoras.

O critério 1 (*São apresentados relatos de estudos científicos ou foram conclusões derivadas de experiências ocasionais?*) foi pensado a partir do item 'Normas para lidar com dados científicos' presente na categoria 'Comunicação e transmissão do conhecimento' da DCC original. Nesse critério, espera-se que os estudantes avaliem as afirmações a partir dos relatos de estudos científicos que deram origem a elas. Caso não haja essa ocorrência, os estudantes devem avaliar se as conclusões apresentadas são resultados de experiências ao acaso, aleatórias, sem um fundamento para elas.

Para o critério 2 (*Há estudos sendo desenvolvidos ao longo do tempo por diferentes grupos de*



pesquisadores? Os resultados das investigações são convergentes ou divergentes?) adaptamos e agrupamos os parâmetros 'Papel de estudos e observações sistemáticas' e 'Concordância entre os diferentes tipos de dados' presentes na categoria 'Observações e raciocínio'. Nesse critério, os estudantes analisam as afirmativas a partir da ocorrência ou não de diferentes estudos científicos relacionados àquela informação. Além disso, eles devem avaliar se há diferentes pesquisadores ou grupos de pesquisa com resultados convergentes, que corroboram aquela afirmativa em julgamento. Ou se, pelo contrário, há ainda muita divergência na comunidade, de modo a colocar sob xeque a afirmativa. Entendemos que o fator tempo torna-se relevante em um estudo científico, e olhar se uma afirmativa se sustenta na comunidade ao longo do tempo pode auxiliar os estudantes a compreender sobre as convergências das práticas científicas que apoiam determinados achados na comunidade e ainda desmistificar descobertas como “um passe de mágica”.

No critério 3 (*Há formas pelas quais os cientistas recorrem para convencer um público da coerência de suas ideias (gráficos, amostras, experimentos, controle de variáveis, dados estatísticos, entre outros)?*) adaptamos o tópico 'Formas de persuasão' presente na categoria 'Interações sociais entre os cientistas'. A partir dele espera-se que os estudantes avaliem se, ao proferir a afirmativa, os divulgadores da Ciência exibiram gráficos, amostras, experimentos, entre outros, a fim fornecer credibilidade para os estudos visando convencer o público sobre a veracidade da afirmação. Isto porque, o rigor metodológico na coleta e análise dos dados é uma característica de trabalhos científicos que irão sustentar a afirmativa científica desde a coleta das informações até sua apresentação para os demais.

No critério 4 (*A comunicação da afirmativa científica foi feita de maneira completa e transparente (citando tamanho da amostra, estatísticas, validações, replicações, etapas da pesquisa etc.)?*) utilizamos de todos os itens da categoria 'Métodos de investigação', sendo eles, experimentos controlados; estudos cegos e duplo-cegos; análises estatísticas de erros; replicação e tamanhos de amostra. Compreendemos que a veracidade da afirmação analisada se relaciona a clareza e transparência com que os dados são divulgados, portanto a maior credibilidade da afirmativa científica relaciona-se aos aspectos metodológicos analisados nesta categoria.

O critério 5 (*Há maior aceitação das afirmações científicas quando o cientista ou o grupo de pesquisa é referência na área?*) está de acordo com o tópico 'credibilidade' presente na categoria 'Interações sociais entre os cientistas' da DCC (ALLCHIN, 2017). O critério, por nós adaptado, aponta a credibilidade do cientista ou do grupo de pesquisa quando eles são referência na área. Quando o estudante analisa uma afirmativa científica e reconhece ou busca identificar os cientistas, o grupo de pesquisa ou até mesmo a instituição de pesquisa, e constata que são especialistas na área, ele tende a considerar a afirmativa científica mais credível. Isto é coerente com a proposta defendida por Allchin, que nós devemos ter uma confiança epistêmica na produção de conhecimento e temos que desenvolver critérios para saber em quem confiar. Logo, quanto mais credenciais o pesquisador ou grupo de pesquisa apresentam, maior a tendência em se confiar em determinada afirmativa, em função do foco nos especialistas.

O critério 6 (*A fonte, na qual a pesquisa foi divulgada, impacta na credibilidade da afirmativa científica?*) está relacionado com a categoria 'Comunicação e transmissão do conhecimento', mais precisamente com o tópico 'credibilidade de vários periódicos científicos' presentes na DCC original. O estudante pode avaliar a fonte de divulgação da afirmativa científica, averiguando a credibilidade do jornal, da revista ou do site de



divulgação. Isto é um ponto de partida importante, contudo, é necessário avaliar também a fonte primária da publicação, que pode ser uma revista renomada na área, de um especialista ou até mesmo de uma instituição de prestígio. A mídia pode deixar claro de onde as informações foram retiradas ou pode ser uma pesquisa paralela do estudante. Ambas são relevantes para a percepção do impacto dos especialistas (Quem fala sobre Ciência) para a credibilidade das afirmativas científicas.

Para o critério 7 (*São apresentados detalhamentos dos aspectos éticos relativos à pesquisa com seres humanos?*) adaptamos o item 'Fraudes e outras formas de má-conduta' que contempla a categoria 'Comunicação e transmissão do conhecimento', como também o item 'Ética na experimentação com humanos', presente na categoria 'Instrumentação e práticas experimentais', pois entendemos que esses dois tópicos se complementam, e que um item específico para avaliar a ética na experimentação com humanos é restrito, visto que nem todas as pesquisas científicas derivam da experimentação em humanos, já os aspectos éticos devem ser contemplados em todas as pesquisas científicas e está intimamente relacionado à fraudes e outras formas de má conduta. Nesse sentido, perante esse critério o estudante deve avaliar se a pesquisa passou por algum comitê de ética ou se o cientista delimitou todos os aspectos éticos do estudo científico. Esse critério torna-se importante pois, a partir dele, o estudante passa a ter parâmetros para poder julgar se os profissionais demonstram confiabilidade e credenciais ao seguirem diretrizes e pressupostos como ética e honestidade ao fazer Ciência.

No critério 8 (*É citado se o estudo científico foi analisado e criticado por outros cientistas?*) nosso questionamento advém do tópico 'Revisão por pares' da categoria 'Interações sociais entre os cientistas'. Julgamos como critério importante para os estudantes avaliarem a credibilidade de uma divulgação científica, pois citar a revisão por pares da comunidade científica (por outros especialistas da área) garante a publicação da "boa Ciência", sendo esta uma prática científica central da comunidade científica. A subjetividade do conhecimento científico é minimizada pelas críticas ao estudo científico quando este se torna passível de críticas pela comunidade científica.

O critério 9 (*As afirmativas científicas foram influenciadas pelas ideias prévias e cultura do cientista (ideologia, religião, nacionalidade etc.)?*) faz menção ao item 'Papel de crenças culturais' presente na categoria 'Cultura' da DCC (ALLCHIN, 2017). Nesse critério, os estudantes devem averiguar se na afirmativa científica houve indícios que os cientistas foram influenciados por suas ideologias, religiões e a sua nacionalidade. Por exemplo, se um cientista, a partir da sua religiosidade, atribui uma forte crença a algum aspecto relacionado à pesquisa, isso pode enviesar a mesma e os critérios para julgá-la como credível ou não podem não ser os mesmos frente a um outro cientista que não compartilha da mesma crença religiosa.

No critério 10 (*O status de credibilidade das afirmativas científicas foi influenciado pelo gênero ou pela raça do cientista?*) fizemos a junção de dois tópicos distintos: o 'Papel do viés de gênero' e o 'Papel do viés racial ou de classe', ambos da categoria 'Cultura'. Perante este critério os estudantes devem avaliar se a afirmativa científica divulgada demonstra indícios de influência sobre o gênero do cientista, ou seja, se trata-se de um homem, uma mulher, gay, bissexual, transsexual ou qualquer outra manifestação de gênero ou pela sua raça, podendo ser branco, negro, pardo, amarelo e indígena e se essas características influenciaram no status da credibilidade da pesquisa divulgada.

O critério 11 (*O status de credibilidade das afirmativas científicas foi influenciado pelas instituições de financiamento?*) está atrelado ao item 'Fontes de financiamento' presente na categoria 'Economia/financiamento'. Nesse critério os estudantes devem avaliar se a(s)



instituição/instituições de financiamento poderiam ser beneficiadas de alguma forma pela pesquisa. A percepção desse critério altera o status de credibilidade da pesquisa e da afirmativa científica, visto que elas podem ter sofrido influências que podem corromper o resultado do estudo científico.

Por fim, no critério 12 (*O contexto histórico, político e social influencia na confiabilidade das informações científicas?*) está relacionado ao tópico '*Responsabilidade social dos cientistas*' que contempla a categoria '*Comunicação e transmissão do conhecimento*'. Esse critério torna-se importante para o estudante averiguar se o contexto em que a pesquisa foi formulada alterou seu status de credibilidade, ou seja, se o período histórico, a política e as relações sociais moldaram a conjuntura do estudo científico.

A partir do que foi exposto, podemos apresentar alguns exemplos de como os estudantes podem usar o instrumento como base para suas análises de afirmativas científicas. No recente contexto pandêmico, uma controvérsia foi sobre a utilização de máscaras e se eram realmente eficazes. Algumas contas, presentes nas mídias sociais, como, por exemplo, a 'Soberanistas'<sup>3</sup>, que veiculou informações de que usar máscaras ocasionava vários problemas respiratórios, sendo alguns deles: (i) síndrome da hipercapnia; (ii) sensação de asfixia; (iii) intoxicação por micropartículas do material; (iii) impede a oxigenação pulmonar; (iv) produz falta de liberdade física e psicológica (v) respira seus próprios resíduos expelidos, entre outros. Além disso, a afirmativa propagada era repleta de outros termos científicos (como hiperventilação, doença pulmonar obstrutiva crônica, cefaleia, odinofagia), assemelhando a notícia a um discurso de autoridade. Em contrapartida, o divulgador científico Átila Iamarino publicou em sua conta do *Instagram*<sup>4</sup> afirmações defendendo o uso de máscaras e relatando a importância das mesmas na prevenção contra a Covid-19.

Perante essas publicações, os estudantes podem usufruir do instrumento de análise de confiabilidade nas afirmativas científicas para averiguar a credibilidade das mesmas, podendo usar como base o questionamento formulado no critério 5 (Há maior aceitação das afirmações científicas quando o cientista ou o grupo de pesquisa é referência na área?). Eles podem considerar que a publicação do divulgador científico Átila Iamarino tenha maior credibilidade visto que se trata de um microbiologista, especialista na área. Já a publicação da conta Soberanistas não atende esse critério, visto que não é possível identificar quem é o cientista ou o grupo de pesquisa que divulgou esses resultados. Quanto ao questionamento 6 (A fonte, na qual a pesquisa foi divulgada, impacta na credibilidade da afirmativa científica?), na análise das publicações citadas, se eles avaliarem a fonte primária podem julgar que ambas possuem o mesmo status de credibilidade, visto que tratam-se de mídias sociais (Twitter e Instagram), porém, se buscarem analisar com 'olhos de pássaros' eles podem evidenciar que na publicação do Atila Iamarino ele faz referência às fontes de pesquisa de onde extraiu suas afirmativas (como por exemplo, pesquisas na Universidade de São Paulo). Essa análise mais detalhada faz toda diferença, pois, os estudantes podem perceber que o divulgador científico teve o cuidado de apontar os estudos de onde foram extraídas as conclusões deixando-as mais acessíveis ao consumidor comum, diferentemente da publicação na conta Soberanistas, a qual não faz menção a nenhum estudo científico e ainda profere ao consumidor final uma dúvida "*Será que a ONU quer nos matar?*", tentando contestar o crédito de uma instituição renomada.

Com base no exemplo citado, importa mencionar que, este inventário não deve ser utilizado

<sup>3</sup> A publicação citada está disponível em: [https://twitter.com/soberanistas\\_br/status/1261001310272458758](https://twitter.com/soberanistas_br/status/1261001310272458758)

<sup>4</sup> A referida publicação está disponível em: <https://www.instagram.com/oatila/>

como um instrumento de análise quantitativo, na forma de *checklist*, ou seja, o estudante não deve apenas avaliar quantos critérios presentes na rubrica foram validados ou não pela afirmativa científica analisada. Isto porque alguns critérios podem não se enquadrar no que está sendo posto para análise. Defendemos o uso dos critérios como caminho para que a discussão sobre a Ciência e as práticas científicas tenham um viés mais crítico, fugindo do senso comum, no sentido de analisar os fundamentos, credenciais e controvérsias das afirmativas científicas.

## Considerações finais

Neste trabalho apresentamos um instrumento de análise das afirmativas científicas baseado nas Dimensões de Confiabilidade na Ciência (ALLCHIN, 2017). Nós o adequamos a um contexto mais específico de desinformação científica e negação da Ciência e das práticas científicas, a fim de auxiliar os estudantes da educação básica a diferenciar as informações cientificamente justificadas em meio a desinformação e ao negacionismo científico, amplamente propagados pela internet e pelas mídias sociais no cenário atual.

Propiciamos uma contribuição teórico e metodológica para o campo da pesquisa e do ensino de NdC. Para o campo de ensino, apresentamos um instrumento que visa auxiliar os estudantes a se posicionar criticamente frente às afirmações sobre a Ciência e as práticas científicas e desenvolver tomadas de decisões perante à confiabilidade das mesmas, a partir dos parâmetros. Já para o campo da pesquisa em NdC, objetivamos contribuir com o uso de critérios como parâmetros analíticos para análise de conhecimento funcional de estudantes – algo que consideramos ainda pouco esclarecedor nas pesquisas do autor. Ainda no campo do ensino, julgamos a necessidade da implementação de ferramentas analíticas, como o instrumento de análise de confiabilidade de afirmativas científicas, pois, com o grande alcance de informações relacionadas a Ciência, a área de ensino de NdC necessita propor meios que auxiliem os estudantes a desenvolverem filtros analíticos perante as diversas afirmações sobre a Ciência e as práticas científicas presentes nas mídias sociais. Além disso, esses filtros devem propiciar que os estudantes avaliem as afirmações por diferentes critérios, analisando-as por um viés amplo, do tipo ‘olhos de pássaros’.

Consideramos a importância da análise de afirmações sobre a Ciência a partir de filtros, pois, como salientam Hottecke e Allchin (2020), os sujeitos possuem seus próprios filtros, entretanto, esses filtros podem não ser suficientes para avaliar a credibilidade de uma informação relacionada a Ciência, criando uma bolha de filtro. Nesse sentido, consideramos que o instrumento de análise de confiabilidade das afirmações científicas pode auxiliar a minar a negação e a desinformação científica altamente propagadas no cenário atual.

No campo atual de pesquisa em NdC no Brasil nos deparamos com contribuições que, muitas vezes, estão distantes da educação básica, por estarem atreladas a inventários extensos e pouco explicativos ou que estão relacionadas às diferentes áreas da Ciência e não estão restritas à avaliação de divulgações relacionadas a Ciência e as práticas científicas. Perante essa lacuna, consideramos a contribuição para o campo de pesquisa em NdC por propiciar o uso de critérios como parâmetros analíticos de conhecimento funcional de NdC pelos estudantes da educação básica.

Além disso, a construção desse trabalho nos fez refletir sobre a maneira como entendemos o conhecimento funcional proposto por Allchin (2011) e como essa ideia vem sendo usada e definida pela literatura da área. Entendemos que, naquela época e em suas escritas posteriores

(ALLCHIN, 2017), o conhecimento funcional foi entendido como uma contraposição às listas consensuais, as quais foram criticadas por Allchin (2011) por propiciarem o conhecimento declarativo dos estudantes, sem associá-lo com suas tomadas de decisões cotidianas. Porém, perante o cenário atual de negação da Ciência e desinformação científica entendemos que a ideia de conhecimento funcional pode se tornar mais ampla, pois, mediante ao crescente número de afirmações relacionadas à Ciência, os sujeitos devem desenvolver filtros e se posicionarem sobre a confiabilidade dessas afirmativas. Nesse sentido, propomos que o conhecimento funcional construído atualmente está para além de uma contraposição às listas consensuais e deveria ser entendido como o conhecimento em que o indivíduo analisa aspectos da Ciência por diferentes vieses e amplos olhares.

## Referências

- ALLCHIN, D. Ten competencies for the science misinformation crisis. **Science Education**, p. 1-14, jul. 2022.
- ALLCHIN, D. **The Credibility Game**. **American Biology Teacher**, v. 82, p. 535-541, 2020.
- ALLCHIN, D. "Beyond the Consensus View: Whole Science", **Canadian Journal of Science, Mathematic, and Tech. Education**, v. 17, n. 1, p. 18-26, 2017.
- ALLCHIN, D. Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. **Science Education**, v. 95, p. 918-942, mar. 2011.
- ALMEIDA, B. C. **Análise de Casos Históricos da Ciência Estudados sob a Perspectiva da Ciência em Construção para Favorecer Reflexões por parte de Licenciandos sobre Natureza da Ciência**. 2019. 200 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.
- CLOUGH, M. P. Learners' responses to the demands of conceptual change: Considerations for effective nature of science instruction. **Science Education**, v. 15, p. 463-494, fev. 2006.
- HODSON, D. Nature of Science in science curriculum: origin, development, implications and shifting emphasis. In: MATTHEWS, M. (Ed.). **International Handbook of research in history, philosophy and science teaching**. Dordrecht: Springer, 2014. p. 911-970.
- HOTTECKE, D.; ALLCHIN, D. Reconceptualizing Nature-of-Science Education in the Era of Social Media. **Science Education**, v. 104, p. 641-666, mar. 2020.
- LEDERMAN, N. G. Syntax of Nature of Science Within Inquiry and Science Instruction. In: FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for teaching, learning, and teacher education**. Dordrecht: Springer, 2006. p. 301-317.
- MENDONÇA, P.; OLIVEIRA, T.; ALMEIDA, B. Dimensões de credibilidade de afirmações científicas e conhecimento funcional na Ciência. Revista **Alexandria**, v.14, n.1, 2021
- OLIVEIRA, J. A. **Em quem e no que confiar? Análise de conhecimento funcional de Natureza da Ciência de licenciandos em química**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020.
- OSBORNE, J.; SIMON, S.; COLLINS, S. Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 9, p.1049-1079, set. 2003.