10.52712/issn.1850-0013-779

Cientistas brasileiros e divulgação científica: uma proposta de classificação *

Científicos brasileños y divulgación científica: una propuesta de clasificación

Brazilian Scientists and Science Communication: A Classification Proposal

Marcelo Pereira , Yurij Castelfranchi e Luisa Massarani **

Neste artigo apresentamos os resultados de um estudo sobre as percepções e opiniões dos cientistas brasileiros sobre a divulgação científica, baseado em dados coletados por meio de um *survey* aplicado a bolsistas de produtividade em pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 2023. Foram identificados três perfis de cientistas segundo suas percepções e atitudes sobre a divulgação científica e a gestão da política científica. Foi constatado significativo efeito do sexo, da disciplina de atuação e da idade dos cientistas nesta classificação. Os resultados revelam uma diversidade de percepções sobre a divulgação científica, indicando que diferentes contextos demandam abordagens específicas. Apesar da consciência sobre a importância da divulgação científica, ainda predomina o modelo que a entende como mera transmissão de conhecimentos ao público.

Palavras-chave: percepção pública da ciência e tecnologia; análise de classes latentes; divulgação científica; *survey*; estudos sociais da ciência e tecnologia

* Recebimento do artigo: 06/09/2024. Entrega do parecer: 15/10/2024. Recebimento do artigo final: 14/11/2024.
** *Marcelo Pereira*: doutorando em sociologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Brasil. Correio eletrônico: mapereira@ufmg.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4219-5147. *Yurij Castelfranchi*: Departamento de Sociologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Brasil. Correio eletrônico: yurij@ufmg.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4003-5956. *Luisa Massarani*: Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Brasil. Correio eletrônico: luisa.massarani@fiocruz.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5710-7242. Este artigo é um desdobramento da dissertação de mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Sociologia da UFMG.

10.52712/issn.1850-0013-779

En este artículo presentamos los resultados de un estudio sobre las percepciones y opiniones de los científicos brasileños sobre la divulgación científica, a partir de los datos recogidos mediante una encuesta aplicada a los becarios de productividad en investigación del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq, según sus iniciales en portugués) en 2023. Se identificaron tres perfiles de científicos en función de sus percepciones y actitudes hacia la divulgación científica. Hubo un efecto significativo del género, la disciplina y la edad en esta clasificación. Los resultados revelan una diversidad de percepciones sobre la divulgación científica, lo que indica que los distintos contextos requieren enfoques específicos. A pesar de ser conscientes de la importancia de la comunicación científica, sigue predominando el modelo que la considera una mera transmisión de conocimientos al público.

Palabras clave: percepción pública de la ciencia y la tecnología; análisis de clases latentes; divulgación científica; encuesta; estudios sociales de la ciencia y la tecnología

This article presents the results of a study on the perceptions and opinions of Brazilian scientists on science communication, based on data collected through a survey applied to research productivity fellows of the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq, due to its initials in Portuguese) in 2023. Three profiles of scientists were identified, according to their perceptions and attitudes towards science communication and science policy management. There was a significant effect of gender, discipline, and age on this classification. The results reveal a diversity of perceptions about science communication, indicating that different contexts require specific approaches. Despite awareness of the importance of science communication, the model that sees it as merely transmitting knowledge to the public still predominates.

Keywords: *public perception of science and technology; latent class analysis; science communication; survey; science and technology studies*

10.52712/issn.1850-0013-779

Introdução

No presente artigo, procuramos compreender, classificar e analisar as percepções e atitudes dos cientistas sobre a divulgação científica. Cientistas do mundo inteiro têm sido convocados a se comunicar e se engajar mais e melhor com o público (Polino e Castelfranchi, 2012; Loroño-Leturiondo e Davies, 2018). Esta convocação tem se mostrado, inclusive, uma exigência democrática, na medida em que a cidadania contemporânea é cada vez mais permeada por controvérsias sociotécnicas (Latour, 2004; Callon, Lascoumes e Barthe, 2009; Burgess, 2014). A pandemia de COVID-19 deu ainda mais urgência a esta convocação. Assim, instituições de pesquisa, universidades e agências de fomento investem recursos na comunicação pública e incentivam seus cientistas a dedicar parte de seu tempo à divulgação de seus resultados e ao diálogo com a sociedade.

A universalização das plataformas digitais na vida das pessoas e o acesso facilitado a equipamentos para produção de áudio e vídeo permitiram aos cientistas se comunicarem diretamente com a sociedade, complementando o papel do jornalismo científico no diálogo entre ciência e sociedade (Peters *et al*., 2014; Lo, 2015; Yang, 2021). Isso não apenas amplia o alcance da divulgação científica, mas também possibilita uma comunicação mais imediata e personalizada. No entanto, esse novo cenário traz desafios, como a necessidade de cientistas adquirirem habilidades de comunicação e a importância de manter altos padrões de precisão e integridade nas informações compartilhadas. À medida que os cientistas passam a se comunicar mais diretamente com o público, torna-se cada vez mais crucial compreender suas opiniões e percepções em relação à divulgação científica. Isso se torna uma necessidade premente, especialmente ao considerar a formulação de políticas públicas eficazes nessa área.

Este estudo se baseia em dados coletados por meio de um *survey* aplicado a bolsistas de produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A análise das respostas obtidas neste levantamento conduz a uma proposta de classificação da amostra pesquisada, oferecendo uma estrutura mais clara e informativa para compreender as percepções e características dos cientistas brasileiros.

Assim, na presente pesquisa temos por objetivo responder às perguntas: “Quais são as percepções e opiniões dos e das cientistas sobre divulgação científica e política de ciência e tecnologia?” e “Como tais percepções e opiniões podem ser classificadas?”.

Nas últimas décadas, emergiu um extenso corpus de literatura acadêmica interdisciplinar tratando do tema das interações entre ciência e públicos, tanto do ponto de vista de modelos analíticos capazes de descrever as relações e os fluxos de informações entre ciência e sociedade, quanto do ponto de vista de tentar identificar boas práticas para a comunicação pública da ciência. Especialmente até a década de 1980, muitas das práticas de divulgação científica foram orientadas pela hipótese tácita ou explícita de que a característica mais importante de tais processos de comunicação era a necessidade de transmitir noções, conceitos e processos da ciência para um público visto como deficiente de informação. Um modelo, portanto, “de déficit” para

abordar a relação entre ciência e sociedade: os cientistas e as instituições científicas possuiriam um acervo de conhecimento que as "pessoas comuns" não teriam e o papel principal da divulgação seria adaptar a linguagem e os conceitos formalizados, abstratos e complexos da ciência para a linguagem comum, "preenchendo o *gap*" de conhecimento a partir de uma comunicação principalmente unidirecional e de cima para baixo: de quem sabe, para quem não sabe (Irwin e Wynne, 1996). O efeito esperado destas práticas de transmissão linear seria um crescimento da alfabetização científica pública. Por sua vez, a consequência esperada da alfabetização seria uma maior aceitação da ciência e da tecnologia por parte dos "leigos" (Hilgartner, 1990; Castelfranchi e Pitrelli, 2007; Nisbet e Scheufele, 2009; Polino e Castelfranchi, 2012).

As práticas de divulgação científica comumente enquadradas no "modelo do déficit", são atribuídas, em algumas interpretações, a uma concepção tecnocrática da relação entre ciência e sociedade. Deste ponto de vista, a solução das controvérsias tecnocientíficas deveria passar pela criação de conselhos de experts, câmaras técnicas e outros arranjos que valorizam mais a opinião de experts. As iniciativas de divulgação científica teriam, nesta perspectiva, o objetivo de angariar apoio para que a comunidade científica seja mais ouvida (Bucchi, 2009). Neste sentido, Bruce Lewenstein (1992), analisando práticas e discussões sobre o papel da divulgação científica no EUA após a Segunda Guerra Mundial, enfatiza que a ideia de "compreensão pública da ciência" (*public understanding of science*) foi frequentemente reduzida à de "apreciação pública dos benefícios da ciência para a sociedade". Quatro grupos principais estão envolvidos nas práticas de comunicação da ciência: jornalistas e escritores de ciência, instituições científicas, entidades governamentais e editoras comerciais. Embora esses grupos tenham objetivos e definições parcialmente divergentes sobre o que constitui divulgação científica, todos convergem na ideia de que a prática central deve ser a disseminação de informações: "Parecia, a cada um desses grupos, que era isso que 'o público' [...] queria [...]. Todas as definições [de popular science e public understanding of science] convergiam em promover um reconhecimento público dos benefícios que a sociedade recebia da ciência" (Lewenstein, 1992, p. 62; trad. nossa).

Contudo, especialmente a partir da década de 1980, uma série de evidências empíricas e de discussões teóricas levou a crescentes críticas deste modelo (Bucchi, 2009; Bucchi e Trench, 2021), seja do ponto de vista da teoria da comunicação (a comunicação não funciona com um receptor passivo absorvendo informação: há ressignificação, negociação, crenças e atitudes envolvidas), seja pela simplificação excessiva que o modelo de déficit comporta (apenas dois atores, a ciência e o público, apenas um tipo de interação), ou por não levar em conta aspectos importantes como o conhecimento, as crenças, as práticas, das audiências ou as novas necessidades da democracias contemporâneas, que prevêem maior participação ativa e capacidade de decisão dos "públicos" da política, da ciência e da inovação (Wynne, 2004; Jasanoff, 2011). Para muitos, cientistas e comunicadores, a comunicação pública da ciência não podia tornar-se apenas uma *cheerleader*, uma torcida organizada, ou órgão de relações pública da própria ciência (Nature, 2009), mas devia contribuir para com uma "alfabetização científica crítica" (Priest, 2013).

O modelo de déficit, e em geral modelos que descrevem uma transmissão linear de informação, são bom *toy-models*, esquematizações simplificadas mas efetivas

de como a ciência é divulgada. Contudo, tais simplificações (de uma comunicação de mão-única, de um público que é apenas receptor, do conhecimento como sendo situado apenas no emissor) não permitem ressaltar ou observar processos que em vários contextos são importantes, por exemplo os que envolvem o engajamento dos participantes na interação, as escolhas, o conhecimento, as demandas dos públicos, a dimensão política da comunicação da ciência. A necessidade de estudar a comunicação da ciência como uma interação de mão dupla se torna mais evidente no final do século XX, e leva a reformulações teóricas e também novas práticas e políticas públicas para a comunicação da ciência, usualmente a partir do lema do "engajamento público" em ciência e tecnologia, uma transição da retórica "ciência PARA a sociedade" para "ciência E sociedade", uma busca de práticas bidirecionais (House of Lords, 2000): tais formatos e ideários mais complexos são descritos pelos modelos "dialógicos" para a divulgação científica (Trench, 2008; Brossard e Lewenstein, 2021).

Tais modelos também mostraram rapidamente seus limites, porque, ao focar principalmente na troca bidirecional de informações e em práticas mais horizontais e dialógicas, não permite identificar variáveis e processos relevantes no que diz respeito ao que os públicos fazem, concretamente, durante e depois a divulgação científica: permitem compreender e situar melhor o papel da comunicação, mas não os processos de apropriação da ciência, de participação, de produção de sentido e conhecimento por parte dos públicos. Uma terceira categoria de modelos, chamados "democráticos" ou "de participação" (Bucchi e Trench, 2021; Metcalfe *et al.*, 2022) surge então para suprir essa necessidade, que emerge com particular força após o surgimento de movimentos sociais, entre o final do século XX e o começo do XXI, que claramente disputavam o lugar da tomada de decisão em C&T e questionavam os experts tecnocientíficos.

Sendo assim, tornou-se importante estudar como de fato instituições de pesquisa e cientistas comunicam, e como enquadram seus processos de extensão, comunicação e outreach, e diversos estudos recentes fizeram isso (Entradas *et al.*, 2024).

Diversos estudos de *survey* com cientistas buscaram medir suas percepções e atitudes sobre a divulgação científica, em países tão distintos quando Itália (Anzivino, Ceravolo e Rostan, 2021), Índia (Rajput e Sharma, 2022), Taiwan e Alemanha (Lo, 2015), Estados Unidos (Dudo e Besley, 2016; Besley *et al.*, 2021; Calice *et al.*, 2022), França (Jensen, 2011), Argentina (Kreimer, Levin e Jensen, 2011), Suíça (Rauchfleisch, Schäfer e Siegen, 2021), México (Sanz Merino e Tarhuni Navarro, 2019), Brasil (Massarani e Peters, 2016) e Reino Unido (Royal Society, 2006). Além destes, há estudos que tratam de pesquisadores de disciplinas específicas como cientistas de ciências naturais e engenharias da Dinamarca (Nielsen, Kjaer e Dahlgaard, 2007) ou biomédicos estadunidenses (Dudo, 2013) e cientistas do clima. (Entradas *et al.*, 2019). Há ainda estudos específicos a instituições, como o estudo de Crettaz Von Roten e Moeschler (2010), que teve como população pesquisada os cientistas da Universidade de Lausanne, na Suíça, e o estudo de Maia e Massarani (2017) sobre a relação entre os cientistas do Instituto Oswaldo Cruz e os meios de comunicação de massa.

Tal literatura aponta que os cientistas não estão todos reclusos na "Torre de Marfim". De maneira geral, os pesquisadores participam, ainda que com baixa prioridade, de atividades de comunicação pública. Entretanto, Jensen (2011) verifica a existência de uma estrutura piramidal da comunicação pública da ciência: 5% dos cientistas têm intensa atividade, 45% não têm atividade alguma e 50% têm atividade pouco frequente.

Pesquisas nos Estados Unidos e na Europa, a partir de grupos de discussão com cientistas e *surveys online*, ressaltaram que muitos dos cientistas nessas regiões aderem principalmente ao modelo de déficit e pensam o papel da comunicação pública da ciência principalmente em termos de corrigir erros e desinformação e transmitir informação de qualidade para público (Davies, 2008; Dudo & Besley, 2016)

Massarani e Peters (2016) indicam que os cientistas brasileiros acreditam que um maior conhecimento do público leva a atitudes mais positivas sobre ciência e tecnologia, e que esta visibilidade positiva garante maior apoio político para a ciência. Estes cientistas rejeitam, em sua maioria, a demanda por maior participação do público nas decisões sobre políticas de pesquisa. Assim, Massarani e Peters (2016) concluem que há entre os cientistas brasileiros a percepção de benefícios evidentes da divulgação científica para a ciência, mas também uma ambiguidade em relação à imagem do público e à forma preferida de comunicação com ele.

A revisão da literatura revela a relevância dos estudos empíricos para compreender a interação entre cientistas e público na comunicação pública da ciência. Neste contexto, nosso estudo busca contribuir para esse campo específico, concentrando-se na percepção dos cientistas brasileiros agraciados com as bolsas produtividade em pesquisa do CNPq. Ao direcionar nossa investigação para essa população, visamos oferecer *insights* significativos sobre as dinâmicas de comunicação científica nesse contexto específico.

1. Materiais e métodos

1.1. Descrição do processo de coleta de dados

Este estudo foi realizado com apoio e parceria do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que disponibilizou a base de dados dos bolsistas produtividade para que a coleta de dados pudesse ser realizada.

Neste estudo quantitativo, buscamos entender a relação entre ciência e público na percepção dos cientistas brasileiros. Para atingir este objetivo, realizamos um estudo quantitativo que compreende a aplicação de um *survey* na população dos cientistas brasileiros agraciados com as bolsas produtividade em pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A escolha dos bolsistas produtividade como população alvo foi feita por ser esta uma população conhecida de cientistas ativos na produção de conhecimento, o que nos permitiu realizar uma amostragem estratificada, reduzindo, assim, a

incerteza quanto ao viés das respostas coletadas. Além disso, por serem cientistas altamente ativos em termos de projetos e publicações, há maior probabilidade de terem interações com jornalistas e divulgadores e terem opiniões informadas sobre a divulgação científica. (Massarani e Peters, 2016) Assim, é provável que os cientistas bolsistas de produtividade já tenham tido contato, em sua trajetória profissional, com a necessidade de interagir com diversos atores não-acadêmicos (financiadores, comunicadores, educadores, gestores) e de ter participado de ações de extensão com públicos variados (jovens, escolas, museus, etc.). Trata-se, então, de recortar o universo dos pesquisadores a partir de um critério objetivo e voltado a produzir uma amostra representativa de pesquisadores que possuem uma elevada probabilidade de terem tido contato com algumas práticas de comunicação científica ao público e de terem visões e posicionamentos informados sobre o assunto. Como tal, os resultados se referem especificamente aos bolsistas produtividades, sem poder ser generalizados para a comunidade científica como um todo (embora mostre algumas tendências importantes).

A aplicação do questionário foi realizada de maneira remota, por meio de formulário autoaplicado *online*. Os pesquisadores selecionados para responder o questionário receberam um convite por email contendo descrição da pesquisa e seus objetivos, além de um resumo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, cujo inteiro teor constava na apresentação do questionário, além de estar disponível para *download*. O questionário foi construído a partir de uma revisão de literatura de pesquisas prévias, para permitir comparações. Foram utilizados como ponto de partida os questionários de estudos anteriores, a saber, Entradas *et al.* (2020), CGEE (2019) e Crettaz Von Roten e Moeschler (2010). O questionário compreende 51 perguntas, distribuídas em sete seções: 1) temas de interesse e hábitos culturais; 2) acesso à informação sobre ciência e tecnologia; 3) opiniões sobre ciência e tecnologia na sociedade; 4) atividades de divulgação científica; 5) motivações e obstáculos; 6) valores e participação política; 7) caracterização do(a) entrevistado(a).

Como em toda pesquisa de teor quantitativo, a escolha das variáveis implica em tornar mais visíveis alguns aspectos da percepção, e menos visíveis outros. Por exemplo, ao perguntar sobre “participação” da sociedade em temas de C&T (pergunta P1 da **Tabela 5**), obviamente poderemos ter diferentes interpretações dos diferentes entrevistados; ou ao perguntar se a população “pode entender” a ciência quando bem explicada (P2), podemos ter respostas positivas principalmente de entrevistados inclinados para um modelo de disseminação, que métodos qualitativos de escuta dos sujeitos poderiam explorar mais adequadamente. Contudo, é justamente pelo cruzamento e a correlação dessas variáveis com as demais que podemos detectar a que tipo de visão e interpretação essas perguntas estão associadas na percepção dos pesquisadores. Como veremos, por exemplo, a classe de pesquisadores que menos concorda com a ideia de ‘participação’, é também a que menos ressalta a capacidade de compreensão da ciência por parte dos públicos, mostrando que, embora com sua margem de ambiguidade, essas variáveis capturam uma parte coerente e importante da percepção dos cientistas

A amostra destinada à pesquisa foi estratificada com base nas variáveis de sexo, região geográfica, grande área e categoria da bolsa. Para cada estrato, uma porção

correspondente a 15% da população (totalizando 2261 indivíduos) foi selecionada aleatoriamente e convidada a participar da pesquisa. Os convidados que não responderam ao convite foram substituídos por pesquisadores do mesmo estrato. A coleta de dados foi realizada entre janeiro e março de 2023, envolvendo um total de 9670 convidados, dos quais 1934 responderam (resultando em uma taxa de resposta de 20%). Entre as respostas recebidas, 1597 foram completas. A amostra coletada representa 12,2% da população de bolsistas PQ no momento da coleta, o que representa uma fração suficientemente robusta do universo para permitir resultados significativos e representativos. As proporções dos respondentes foram calculadas com base nas variáveis usadas para estratificar a amostra, a fim de avaliar sua representatividade. A **Tabela 1** sumariza as proporções destas variáveis na população e na amostra para comparação:

Tabela 1. Distribuição dos estratos da amostra e da população

Variável sexo	Tamanho da população	Proporção da população	Tamanho da amostra	Proporção da amostra
M	10263	0,65	1243	0,64
F	5572	0,35	661	0,34
Região				
SUDESTE	9093	0,57	1146	0,59
SUL	3164	0,2	367	0,19
NORDESTE	2206	0,14	241	0,13
CENTRO-OESTE	989	0,06	114	0,06
NORTE	383	0,02	36	0,02
Grande área				
Ciências exatas e da terra	3307	0,21	413	0,21
Ciências biológicas	2526	0,16	317	0,16
Engenharias	2088	0,13	242	0,13
Ciências agrárias	2014	0,13	228	0,12
Ciências humanas	2014	0,13	251	0,13
Ciências da saúde	1696	0,11	187	0,1
Ciências sociais aplicadas	1205	0,08	151	0,08
Linguística, letras e artes	635	0,04	67	0,04
Outra	350	0,02	48	0,03
Nível da bolsa				
2	9106	0,58	1127	0,58
1D	2526	0,16	295	0,15
1C	1489	0,09	174	0,09
1B	1260	0,08	137	0,07
1A	1218	0,08	146	0,08
SR	236	0,02	25	0,01

Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

O teste do Qui-quadrado foi conduzido com o propósito de investigar possíveis disparidades estatisticamente significativas entre as proporções das amostras. Em relação a todas as variáveis examinadas, a hipótese nula, postulando que a proporção observada na amostra é igual à proporção esperada na população, não demonstrou evidências suficientes para ser rejeitada, corroborando, assim, a premissa da representatividade amostral. Os resultados do teste, juntamente com os valores de p associados a cada variável, estão sumarizados na **Tabela 2**.

Tabela 2. Teste de correlação Qui-quadrado para as variáveis utilizadas na estratificação da amostra

	Estatística Chi-quadrado	Graus de liberdade	Valor de P
Sexo	0,15	1	0,7
Região	6,86	4	0,14
Grande área	5,63	8	0,69
Categoria da bolsa	2,81	5	0,73

Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

Uma consideração relevante dos dados coletados refere-se à natureza autoaplicável do questionário. Sob essas circunstâncias, a razão pela qual um respondente eventualmente opta por não participar da pesquisa permanece desconhecida, o que impede a determinação da proporção de convidados que se abstém de responder devido à falta de interesse no tópico em análise. Esta incerteza quanto aos motivos dos não respondentes pode influenciar a composição da amostra. Como os não respondentes foram substituídos por outros cientistas do mesmo estrato, é plausível que a amostra tenha sido enriquecida com pesquisadores mais interessados no assunto.

1.2. A Análise de classes latentes

Para proceder com a classificação de nossa amostra segundo suas opiniões e percepções sobre a divulgação científica, a metodologia estatística escolhida é a análise de classes latentes (LCA, de latent class analysis). Este é um método que parte do pressuposto de que as populações são heterogêneas, ou seja, as populações consistem em grupos não identificados que se comportam de maneira diferente sobre uma determinada questão. A LCA tem se mostrado um método eficiente em tornar estes grupos aparentes (Hagenaars e McCutcheon, 2002).

A ideia básica da LCA é a de que indivíduos podem ser distribuídos em subgrupos baseados em construtos não observáveis diretamente e medidos por meio de indicadores, que no nosso caso são as perguntas do questionário. O construto de interesse é a variável latente. Os subgrupos são chamados de classes latentes. As classes são mutuamente exclusivas e exaustivas, o que quer dizer que cada indivíduo pertence a uma única classe, e a somatória de todas as classes coincide com o total da amostra. Um modelo de Classes Latentes gera dois conjuntos de informações: a

probabilidade de resposta para cada item, dado o pertencimento a uma determinada classe latente, e a proporção de cada classe. Esses dados possibilitarão, inicialmente, compreender a maneira como os cientistas brasileiros se agrupam em relação à percepção da interação entre ciência e sociedade.

A literatura recomenda a estimação de modelos de classes latentes com diferentes números de classes, utilizando princípios de parcimônia e interpretabilidade, juntamente com critérios estatísticos, como o Bayesian information criterion (BIC) e o Akaike information criterion (AIC), para selecionar o modelo mais adequado. É importante também considerar diagnósticos de classificação, como a probabilidade média posterior da classe latente (AvePP), a entropia e as chances de classificação correta (OCC), para avaliar a precisão e a separação das classes do modelo. Esses indicadores ajudam a garantir a confiabilidade e a validade dos resultados obtidos na análise de classes latentes (Vermunt e Magidson, 2004; Collins e Lanza, 2010; Masyn, 2013; Weller, Bowen e Faubert, 2020).

A análise dos dados foi conduzida utilizando a linguagem R. (R CORE TEAM, 2020) Toda a limpeza e preparação dos dados foi feita obedecendo os princípios de *tidy data* (Wickham, 2014). O pacote utilizado para a modelagem das classes latentes foi o glca. Este pacote encontra as estimativas de máxima verossimilhança (ML) usando o algoritmo de expectativa-maximização (EM) (Kim e Chung, 2020). O algoritmo de expectativa-maximização (EM) é um método iterativo utilizado para encontrar a estimativa de máxima verossimilhança em modelos estatísticos com variáveis latentes. Ele itera duas etapas: a etapa de expectativa (*E-step*) e a etapa de maximização (M-step). Na etapa E, o algoritmo utiliza as estimativas do passo anterior para calcular a probabilidade posterior dos valores latentes. Já na etapa M, o algoritmo utiliza essas probabilidades calculadas para atualizar as estimativas dos parâmetros do modelo. Esse processo se repete até que a convergência seja atingida e as estimativas finais sejam encontradas (Vermunt e Magidson, 2004).

Além disso, investigaremos a relação da variável latente identificada com covariáveis presentes no questionário, como sexo, idade, região geográfica, grande área do conhecimento e categoria da bolsa concedida. Para isso, adotaremos a abordagem conhecida como “abordagem de um passo”, que implica na estimativa simultânea do modelo de classes latentes de interesse juntamente com um modelo de regressão logística multinomial no qual as classes latentes estão associadas a um conjunto de variáveis explicativas (Vermunt, 2010).

2. Resultados

2.1. Seleção do modelo

-

Para a seleção do modelo de classes latentes, foram estimados modelos com dois a seis classes, escolhendo-se aquele com melhor ajuste baseado em critérios estatísticos, parcimônia e interpretabilidade. A **Tabela 3** apresenta os critérios estatísticos dos modelos estimados pelo pacote glca, incluindo o *Akaike information criterion* (AIC), o *Consistent Akaike Information Criterion* (CAIC) e o *Bayesian information criterion* (BIC).

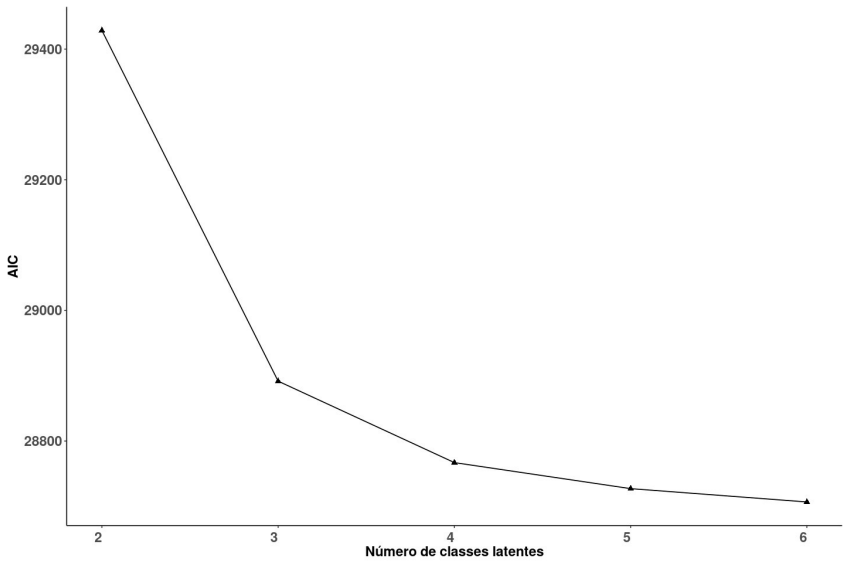
Os valores mais baixos desses critérios indicam melhor ajuste do modelo. No nosso conjunto de dados, tanto o BIC quanto o CAIC apontam para o modelo de três classes como o de melhor ajuste. Embora o AIC não atinja um valor mínimo para os modelos estimados, o método do "cotovelo" é empregado para selecionar o modelo com a maior mudança no valor. A **Figura 1** exibe o gráfico do método do "cotovelo", confirmando que o modelo com três classes é a melhor escolha também de acordo com o AIC.

Tabela 3. Bondade de ajuste de modelos de "k" classes latentes

k	logLik	AIC	CAIC	BIC	Entropia	Graus de liberdade	G
2	-14616.29	29428.58	30040.03	29942.03	0.782263	1294	28458.43
3	-14289.84	28891.68	29864.99	29708.99	0.793138	1236	27805.52
4	-14169.49	28766.98	30102.17	29888.17	0.790754	1178	27564.82
5	-14091.56	28727.13	30424.19	30152.19	0.773504	1120	27408.97
6	-14023.36	28706.72	30765.66	30435.66	0.738145	1062	27272.56

Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

Figura 1. Gráfico do método do cotovelo (elbow plot) para os valores de AIC



Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

Além de avaliar o ajuste, consideramos também o diagnóstico de classificação, ou seja, os indicadores que medem a separação das classes no modelo selecionado. A **Tabela 4** mostra os valores da probabilidade média posterior da classe latente (AvePP), entropia e chance de classificação correta (OCC) encontrados para o modelo de três classes. Todos estes valores estão adequados, segundo as boas práticas que a literatura revisada recomenda (Weller, Bowen e Faubert, 2020).

Tabela 4. Diagnósticos de classificação para o modelo de três classes

Entropia = 0,793		
Classe k	**AvePPk**	**OCCk**
Classe 1	0,9	35,84
Classe 2	0,92	30,6
Classe 3	0,9	8,27

Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

Em conclusão, por meio da análise de diferentes critérios estatísticos e diagnósticos de classificação, selecionamos o modelo de três classes como o melhor ajuste para o conjunto de dados. Assim, podemos apresentar em seguida as características das classes identificadas por nosso modelo.

2.2. Apresentação das classes latentes

Os modelos de classe latente oferecem parâmetros que apresentaremos a seguir para a análise. Esses parâmetros incluem γ (*gamma*), que representa as prevalências das classes latentes estimadas, ou seja, a frequência com que cada classe ocorre na amostra estudada. Além disso, ρ (*rho*) denota as probabilidades de resposta ao item considerando o pertencimento a uma classe latente específica, permitindo entender como as respostas aos itens variam de acordo com a atribuição da classe.

A **Tabela 5** apresenta os parâmetros ρ para o modelo escolhido. Assim, o modelo mostrou bom ajuste para três classes, com prevalência de 20%, 27% e 53%, para cada uma delas. As linhas da tabela apresentam as variáveis utilizadas, e as colunas são as probabilidades de cada uma das cinco respostas possíveis para cada uma das três classes. A **Figura 2** exibe a prevalência das classes no nosso modelo (parâmetro γ) e a **Figura 3** representa graficamente a tabela de probabilidade resposta ao item (parâmetros ρ).

A Classe 1 compreende os cientistas que tendem a concordar com afirmativas como "participação da sociedade civil na gestão de C&T", "é necessário que os cientistas exponham os riscos decorrentes do desenvolvimento científico", "o papel da divulgação científica é também permitir a participação da população na discussão sobre C&T". Além disso, é a classe que atribui maior importância à divulgação científica no seu trabalho (85% "Muito importante" e 15% "Importante"). Por isso, demos a ela o nome de "Classe Democrata-Engajada".

Por sua vez, as pessoas que pertencem à Classe 2 têm pouca concordância com afirmações que envolvem a participação social na política de C&T, discordando, por exemplo, que "o público é suficientemente capaz de participar do processo de tomada de decisão sobre a política de C&T" (45% para "Discordo em partes" e 51% para "Discordo totalmente"). Entretanto, não podemos dizer que a Classe 2 não atribui importância à divulgação científica (A soma dos que consideram "Muito Importante" ou "Importante" nesta classe é 84%). Por esta razão, chamamos esta classe de "Classe Tecnocrata-Informativa".

Por último, a Classe 3 identificada em nosso modelo ocupa uma posição intermediária entre as duas anteriores. Ela, por exemplo, está dividida sobre a capacidade do público em participar da tomada de decisões em C&T (43% concorda em partes e 45% discorda em partes). Ela tende a concordar mais que a Classe "Tecnocrata-Informativa" sobre a necessidade dos cientistas em expor os riscos do desenvolvimento científico (59% concordam totalmente e 38% concordam em partes, contra 35% e 47%, respectivamente). Esta classe também ocupa um lugar intermediário com relação à importância dada à divulgação científica no seu trabalho (57% "Muito importante" e 40% "Importante", contra 85% e 15% na Classe "Democrata-Engajada" e 33% e 51% na Classe "Tecnocrata-informativa"). Nomeamos a Classe 3 de "Democrata-Informativa", pois supomos que seus membros possuem uma visão geralmente favorável à governança democrática, porém suas perspectivas sobre divulgação científica tendem a refletir mais um modelo informativo do que dialógico.

Tabela 5. Probabilidade de resposta ao item dado o pertencimento às classes latentes do modelo com três classes

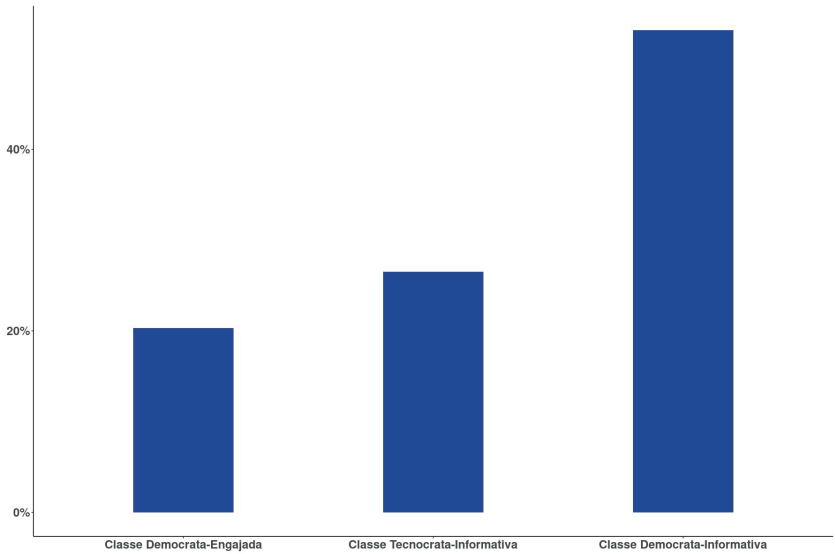
Indicadores do questionário		Classe 1 (Democrata-Engajada)	Classe 2 (Tecnocrata-Informativa)	Classe 3 (Democrata-Informativa)
Tema: Participação e governança				
P1. A gestão de C&T deveria ter participação da sociedade civil	Concordo totalmente	82%	6%	25%
	Concordo em partes	18%	37%	67%
	Discordo em partes	0%	37%	8%
	Discordo totalmente	0%	17%	0%
	Não sei	0%	2%	0%
P4. A população deve ser ouvida nas grandes decisões sobre os rumos da C&T	Concordo totalmente	67%	2%	15%
	Concordo em partes	31%	19%	69%
	Discordo em partes	0%	46%	16%
	Discordo totalmente	1%	32%	0%
	Não sei	0%	1%	0%
P6. O público é suficientemente capaz de participar da tomada de decisão	Concordo totalmente	21%	1%	0%
	Concordo em partes	71%	1%	43%
	Discordo em partes	6%	45%	45%
	Discordo totalmente	2%	51%	11%
	Não sei	0%	1%	1%

10.52712/issn.1850-0013-779

P8. A divulgação científica deve permitir a participação da população na discussão	Concordo totalmente	92%	16%	50%
	Concordo em partes	8%	49%	47%
	Discordo em partes	0%	23%	3%
	Discordo totalmente	0%	10%	0%
	Não sei	0%	1%	0%
Tema: Capacidade do público e modelo de comunicação				
P2. A maioria das pessoas é capaz de entender o conhecimento científico se ele for bem explicado	Concordo totalmente	60%	9%	25%
	Concordo em partes	35%	43%	59%
	Discordo em partes	3%	33%	14%
	Discordo totalmente	2%	13%	2%
	Não sei	0%	1%	0%
P3. É necessário que os cientistas exponham publicamente os riscos	Concordo totalmente	90%	35%	59%
	Concordo em partes	8%	47%	38%
	Discordo em partes	1%	15%	2%
	Discordo totalmente	0%	3%	0%
	Não sei	0%	0%	1%
P5. A divulgação científica deve primeiramente sanar o déficit de conhecimento	Concordo totalmente	45%	19%	21%
	Concordo em partes	45%	48%	60%
	Discordo em partes	4%	16%	14%
	Discordo totalmente	5%	15%	4%
	Não sei	0%	1%	1%
P7. Na divulgação científica, é essencial que se estabeleça um diálogo em pé de igualdade	Concordo totalmente	71%	18%	26%
	Concordo em partes	26%	40%	59%
	Discordo em partes	2%	29%	12%
	Discordo totalmente	0%	10%	2%
	Não sei	1%	4%	1%
Tema: Motivações e importância				
P9. Considerando todas as atividades do seu trabalho, que importância você atribui à comunicação com o público não-especialista?	Muito importante	85%	33%	57%
	Importante	15%	51%	40%
	Pouco importante	0%	14%	3%
	Nada importante	0%	2%	0%
	Não sei	0%	0%	0%
P10. O diálogo com a população traz boas ideias para o meu trabalho	Sim	29%	13%	22%
	Não	71%	87%	78%
P11. A população impactada deve ser ouvida e tem o direito de conhecer os resultados	Sim	49%	20%	38%
	Não	51%	80%	62%

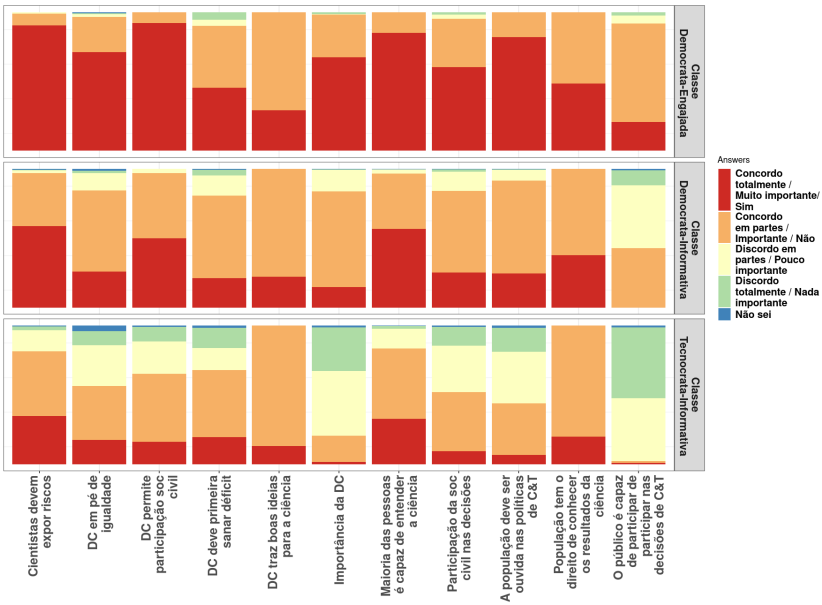
Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024)

Figura 2. Prevalência das classes latentes no modelo



Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

Figura 3. Probabilidade de resposta ao item do modelo de três classes (parâmetros ρ)



Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

2.3. Covariáveis e composição das classes

Após identificar os padrões de resposta de cada classe, uma pergunta que surge é sobre a composição de cada classe. Quais são as características demográficas que podem influenciar a percepção de um cientista sobre a divulgação científica? Buscaremos a resposta a esta pergunta com os dados coletados.

Analisamos, portanto, a influência de covariáveis no pertencimento às classes encontradas por meio de uma regressão logística estrutural. Esse modelo, que é estimado simultaneamente às classes latentes, consiste na relação entre estas e um conjunto de covariáveis pré-definidas, seguindo a abordagem "de um passo" (Vermunt, 2010).

No presente estudo, algumas variáveis independentes utilizadas nas regressões apresentavam múltiplas categorias, resultando em uma dispersão considerável nas respostas. Por exemplo, a coleta de dados resultou em apenas 36 respostas da região Norte (1,9% da amostra) e 67 respostas da área de linguística, letras e artes (3,5% da amostra), o que poderia comprometer a qualidade das análises estatísticas devido à insuficiência de dados em algumas categorias. Para contornar esse problema, optamos por reduzir o número de categorias em algumas covariáveis, agregando a variável de região geográfica em "Centro-Oeste e Norte" e agrupando as categorias de grande área em "Outras". Essa abordagem visa aprimorar a eficácia da análise, minimizando a dispersão das respostas e possibilitando a obtenção de resultados mais robustos e relevantes para a pesquisa.

A **Tabela 6** apresenta os coeficientes estimados no modelo de classes latentes que compara o pertencimento à classe democrata-engajada com a classe democrata-informativa, em relação às variáveis independentes sexo, região geográfica (região Sudeste como referência), grande área disciplinar (ciências humanas como referência), nível da bolsa (categoria 1A como referência) e idade. Os coeficientes das variáveis independentes mostram como cada variável afeta a chance de pertencer à classe democrata-engajada, em relação à referência estabelecida para cada variável. A tabela também apresenta o erro padrão de cada coeficiente, o valor t e o valor p para testar a significância estatística de cada coeficiente. Um valor p menor que 0,05 é geralmente considerado estatisticamente significativo. Para facilitar a visualização, nós destacamos em cinza as linhas cuja categoria tem valor de p significativo.

Tabela 6. Relacionamento de covariáveis com o pertencimento à classe democrata-informativa em relação à classe democrata-engajada

	Odds Ratio	*Coefficient*	*Std. Error*	*t value*	*Pr(>|t|)*
(Intercept)	14490	2.6735	0.7905	3.3818	0.0007 ***
Sexo masculino	1.1127	0.1068	0.1897	0.5628	0.5737
Região Centro-Oeste e Norte	1.4378	0.3631	0.3548	1.0233	0.3064
Região Nordeste	0.8145	-0.2051	0.2713	-0.7561	0.4497
Região Sul	1.1215	0.1146	0.2381	0.4814	0.6303
Ciências agrárias	1.5401	0.4319	0.3297	1.3098	0.1905
Ciências biológicas	2.9233	1.0727	0.3237	3.3142	0.0009 ***
Ciências da saúde	1.1143	0.1083	0.2971	0.3643	0.7157
Ciências exatas	2.6507	0.9748	0.3429	2.8430	0.0045 **
Ciências sociais aplicadas	1.0150	0.0149	0.3180	0.0467	0.9627
Engenharias	2.7357	1.0064	0.3778	2.6638	0.0078 **
Outras áreas	1.3817	0.3233	0.3592	0.9001	0.3682
Bolsa 1B	1.3713	0.3158	0.4337	0.7280	0.4667
Bolsa 1C	1.0024	0.0024	0.3932	0.0060	0.9952
Bolsa 1D	0.8662	-0.1436	0.3529	-0.4070	0.6841
Bolsa 2	1.0964	0.0921	0.3339	0.2757	0.7828
Bolsa SR	2.2513	0.8115	0.8168	0.9935	0.3206
Idade	0.9592	-0.0416	0.0102	-4.0892	0.0000 ***
Códigos de significância: *** = 0,001; ** = 0,01; * = 0,05					

As linhas em cinza apresentam categorias com significância estatística (valor de $p < 0,05$).
Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelo autor (2024).

Uma primeira observação importante é que as variáveis sexo, região e categoria de bolsa não apresentaram significância estatística na atribuição das classes encontradas. Com relação às demais variáveis, as áreas das ciências biológicas, exatas e engenharias apresentaram maior probabilidade de pertencer à classe democrata-informativa do que à democrata-engajada, se comparadas com as ciências humanas. Além disso, a idade mostrou-se uma variável significativa, no sentido contrário ao do efeito das disciplinas: a cada ano acrescido à idade do cientista, há uma maior chance dele pertencer à classe democrata-engajada.

A **Tabela 7** compara o relacionamento de covariáveis com o pertencimento às classes democrata-informativa e tecnocrata-informativa. Aqui, diferentemente da tabela anterior, aparece efeito significativo do sexo, sendo que homens tem maior probabilidade de pertencer à classe tecnocrata-informativa. No que diz respeito às disciplinas, as ciências biológicas, exatas e engenharias, acompanhadas desta vez pelas ciências agrárias, apresentaram maior probabilidade de pertencimento à classe tecnocrata-informativa. Assim como na tabela anterior, o efeito da idade teve sentido contrário, sendo que os respondentes mais velhos tiveram chance aumentada de pertencer à classe democrata-informativa.

Tabela 7. Relacionamento de covariáveis com o pertencimento à classe democrata-informativa em relação à classe tecnocrata-informativa

	Odds Ratio	*Coefficient*	*Std. Error*	*t value*	*Pr(>|t|)*	
(Intercept)	17.4696	2.8605	0.9405	3.0415	0.0024	**
Sexo masculino	1.6914	0.5256	0.2222	2.3656	0.0182	*
Região Centro-Oeste e Norte	1.1930	0.1765	0.3832	0.4606	0.6452	
Região Nordeste	0.5524	-0.5936	0.3195	-1.8578	0.0634	.
Região Sul	0.9008	-0.1045	0.2686	-0.3891	0.6973	
Ciências agrárias	3.3416	1.2065	0.4109	2.9364	0.0034	**
Ciências biológicas	3.9622	1.3768	0.4218	3.2641	0.0011	**
Ciências da saúde	1.1426	0.1333	0.4390	0.3037	0.7614	
Ciências exatas	8.6394	2.1563	0.4121	5.2329	0.0000	***
Ciências sociais aplicadas	1.6780	0.5176	0.4430	1.1684	0.2429	
Engenharias	5.9337	1.7806	0.4518	3.9413	0.0001	***
Outras áreas	2.5442	0.9338	0.4764	1.9601	0.0502	.
Bolsa 1B	1.2948	0.2583	0.5066	0.5099	0.6102	
Bolsa 1C	0.5422	-0.6122	0.4693	-1.3043	0.1924	
Bolsa 1D	0.6412	-0.4444	0.3990	-1.1138	0.2656	
Bolsa 2	0.6689	-0.4022	0.3853	-1.0439	0.2968	
Bolsa SR	0.7992	-0.2242	1.1711	-0.1914	0.8482	
Idade	0.9360	-0.0661	0.0118	-5.6062	0.0000	***
Códigos de significância: *** = 0,001; ** = 0,01; * = 0,05						

As linhas em cinza apresentam categorias com significância estatística (valor de $p < 0,05$).
Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelo autor (2023).

Discussão e considerações finais

A análise de classes latentes forneceu indícios interessantes sobre os tipos principais de relação entre cientistas e público na percepção dos bolsistas PQ. Sabemos que as opiniões dos cientistas sobre a divulgação científica são variadas e refletem uma diversidade de modelos e abordagens. Nossa análise dos dados aqui apresentados é que prevalece a concepção de que a divulgação científica deve, antes de tudo, reduzir a diferença de conhecimento entre a comunidade científica e o grande público, no que se tornou comum chamar de "modelo do déficit" (Irwin e Wynne, 1996; Bucchi, 2009). Neste estudo, identificamos três classes principais que representam diferentes visões e abordagens de divulgação científica entre os cientistas brasileiros: a classe "democrata-engajada", a classe "democrata-informativa" e a classe "tecnocrata-informativa".

A taxonomia que encontramos sugere que: 1) há uma conexão entre as opiniões e percepções sobre o modelo de comunicação da ciência e o modelo de gestão da política de ciência e tecnologia; 2) a maioria dos cientistas está mais inclinada para práticas de comunicação em que o foco seja explicar, informar, transmitir conhecimento (normalmente atribuídas ao "modelo do déficit"), do que práticas que estimulem e possibilitem questionamentos, participação na tomada de decisões, co-construção de conhecimento e diálogo.

A relação encontrada em nossos resultados entre opiniões sobre o modelo de comunicação e a gestão da ciência e tecnologia vai ao encontro da literatura revisada. Em geral, as práticas informativas, lineares e verticais de divulgação são atribuídas

a concepções tecnocráticas da relação entre ciência e sociedade (Bucchi, 2009). Ao longo dos anos foram propostos modelos mais dialógicos de divulgação científica, que enunciaram um diálogo mais horizontal e democrático entre ciência e sociedade e, a seguir, modelos participativos, onde ao diálogo se associa uma possibilidade concreta dos cidadãos contribuírem tanto com a produção de conhecimento e de comunicação da ciência (por exemplo, com experiências de ciência cidadã, de co-criação de museus e atividade de divulgação), quanto de participarem de alguma forma da tomada de decisão (com conferências de consensos, assembleias cidadã, júris etc.) com vistas à solução de controvérsias sociais e científicas (Trench, 2008; Burgess, 2014; Brossard e Lewenstein, 2021).

A classe "democrata-engajada", que representa cerca de 20% da amostra, tende a valorizar a participação da sociedade civil na gestão e regulação da ciência e tecnologia. Esses cientistas são mais propensos a concordar com afirmações como "A população deve ser ouvida nas grandes decisões sobre os rumos da ciência e tecnologia", o que indica uma proximidade com visões de divulgação científica que visam a possibilidade de uma co-construção não apenas dos conteúdos e dos temas da DC, mas também das políticas públicas de CT&I. Na literatura revisada, estas concepções se aproximam de modelos de "democráticos", ou "de participação" (Bucchi e Trench, 2021; Metcalfe *et al.*, 2022).

A classe "democrata-informativa", que constitui a maior parte da amostra (54%), também valoriza o engajamento da sociedade civil na governança da ciência e tecnologia. No entanto, suas perspectivas sobre a divulgação científica tendem a se alinhar mais com o "modelo do déficit". Comparado à classe anteriormente descrita, os membros desta classe geralmente concordam menos com os indicadores utilizados no modelo. Entre esses indicadores, aqueles com os quais eles mais concordam estão relacionados às ideias e concepções associadas ao modelo do déficit. Por exemplo, "A divulgação científica deve primeiramente sanar o déficit de conhecimento da população em geral" ou "A maioria das pessoas é capaz de entender o conhecimento científico se ele for bem explicado".

Finalmente, a classe "tecnocrata-informativa", que compõe cerca de 26% da amostra, tende a defender um modelo em que a gestão da ciência e tecnologia é conduzida por experts, e a valorizar a divulgação científica como um meio de *accountability* e responsabilidade social, de informar o público sobre os desenvolvimentos científicos e tecnológicos. Esta associação entre ver como função principal da divulgação científica o letramento da população, para que entenda, e uma gestão tecnocrática (só os especialistas são chamados a decidir sobre regulação e discutir impactos), era predominante no século XX, especialmente até os anos 1980 (Bucchi, 2009).

Nossos achados refletem a diversidade de visões sobre a divulgação científica entre os cientistas brasileiros, e estão em consonância com a ampla gama de modalidades e perspectivas sobre o papel e os objetivos da divulgação científica identificados e discutidos na literatura internacional e nacional. Ao mesmo tempo, a prevalência da classe "democrata-informativa" e da classe "tecnocrata-informativa" sugere que a visão de divulgação científica como principalmente um meio de transmissão de informação é a mais comum entre os cientistas brasileiros, o que corrobora os resultados de

outros estudos empíricos. É importante ressaltar, entretanto, uma presença menor, mas consistente e significativa, de concepções dialógicas e democráticas de relação entre a ciência e a sociedade, que estão mais presentes nas opiniões e percepções sobre a gestão da ciência e tecnologia do que sobre a prática de divulgação científica. Tal visão parece mais frequente entre cientistas mais velhos e das ciências humanas.

A área de atuação do cientista provou ser um preditor significativo na determinação das classes latentes. Isso sugere que a disciplina de um cientista pode impactar significativamente suas percepções e abordagens à divulgação científica. Cada disciplina tem suas próprias tradições, práticas e desafios de comunicação que podem influenciar como seus membros percebem e se envolvem na divulgação científica. Ao levar em conta o papel da área de atuação na determinação das classes latentes, podemos obter uma compreensão mais profunda e detalhada das percepções e comportamentos dos cientistas em relação à divulgação científica.

A análise de covariáveis revelou também um efeito significativo da idade. Os cientistas mais jovens têm maior probabilidade de pertencer à classe "democrata-informativa" (quando comparada à classe "democrata-engajada") e à classe "tecnocrata-informativa" (quando comparada à classe "democrata-informativa"). No entanto, é preciso considerar que esse efeito pode ser influenciado pelo fator coorte. No contexto brasileiro, nas últimas décadas, ocorreram mudanças sociais e culturais que impactam as diferentes gerações. Fatores históricos, como avanços tecnológicos, mudanças políticas e transformações socioeconômicas, têm potencialmente moldado as experiências e perspectivas das coortes de maneiras distintas. Por exemplo, houve uma significativa expansão de vagas em universidades brasileiras nas últimas décadas. Essas influências compartilhadas ao longo do tempo podem gerar padrões únicos de comportamento, atitudes e valores para cada coorte. Assim, é plausível que o efeito da idade observado na análise seja um reflexo do efeito coorte, revelando como as experiências e eventos históricos têm moldado os indivíduos em suas respectivas gerações, em vez de simplesmente representar uma mudança intrínseca ao processo de envelhecimento.

A expansão das universidades federais brasileiras, ocorrida sobretudo entre 2007 e 2012, resultou na criação de novas instituições públicas, campi avançados e novos cursos nos turnos diurnos e noturnos. Além disso, houve um fortalecimento das ações de extensão e formação de professores da rede básica, bem como a contratação de jovens docentes com perfis diversificados. Esses novos professores apresentam uma maior diversidade em termos de classe social de origem, gênero, raça, trajetória profissional e acadêmica em comparação com a geração anterior. Essa mudança pode ter contribuído para as diferenças observadas em nosso estudo, embora não possamos confirmar essa hipótese com os dados atuais. Futuras pesquisas poderão explorar mais a fundo quais fatores influenciam as perspectivas distintas dos pesquisadores da nova geração.

Estudos posteriores poderão responder qual é a tendência crescente: se a das práticas de divulgação mais dialógicas ou a de dar maior peso às opiniões de experts nas questões em que a ciência e a tecnologia tocam a democracia; se a visão de cientistas mais jovens está se diferenciando das dos mais velhos; e também se as

áreas do conhecimento que mais tocam questões e fenômenos sociais tendem a se tornar aquelas em que os cientistas praticam uma comunicação mais participativa.

Por fim, ainda na análise das covariáveis, chama atenção o fato de não ter sido encontrado efeito significativo da categoria da bolsa PQ, quando controlado pelo efeito de outras variáveis (idade, área de conhecimento, etc.) na atribuição das classes. Este fato sugere que os bolsistas PQ podem ser uma boa amostra para a população de cientistas como um todo, pois suas opiniões sobre a relação com os públicos e sobre a comunicação são afetadas pela idade, gênero, área de conhecimento, mas não pelo grau de produtividade em si. Futuras pesquisas, sejam *surveys* ou estudos qualitativos como grupos focais e entrevistas, poderão corroborar ou não tais indícios.

Este estudo forneceu um panorama detalhado das percepções e abordagens dos cientistas brasileiros bolsistas de produtividade do CNPq em relação à divulgação científica, identificando três classes principais que refletem diferentes visões sobre a ciência e a sua comunicação para o público. Os resultados aqui apresentados devem ser vistos como ponto de partida para novos estudos que possam aprofundar sobre as causas e interpretações deste panorama. A natureza quantitativa do nosso estudo limita a nossa capacidade de capturar plenamente as razões e argumentações subjacentes às diferentes percepções entre os cientistas.

Nesse sentido, salientamos a importância de estudos de metodologias mistas, ou que envolvam dados também derivados de análise de entrevistas, grupos focais e etnografias da divulgação científica praticada por cientistas. Tais contribuições poderão fornecer uma compreensão mais rica e profunda das motivações, crenças e experiências que moldam as perspectivas dos cientistas sobre a divulgação científica.

Ainda assim, indícios importantes emergem das análises quantitativas aqui apresentadas. Em primeiro lugar, tanto a diversidade de opiniões dos pesquisadores bolsistas PQ quanto sua distribuição mostram que nossos cientistas estão conscientes da existência de diversos modos, práticas e funções para a divulgação científica. O modelo de classes latentes que apresentamos, embora traga importantes achados, apresenta baixa homogeneidade. Em alguns dos indicadores utilizados, as probabilidades de resposta ao item em algumas das classes não são próximas de 0 ou 1, o que é apontado na literatura como algo desejado para modelos mais robustos e diferenciadores. Como resultado, há mais de um padrão de respostas predominando para os 11 indicadores em cada classe latente. Isto é particularmente verdade na classe “Democrata-Informativa”, que é exatamente a maior das classes, com 54% da amostra. Isso indica, em nosso julgamento, a multiplicidade de práticas e atitudes que esses cientistas assumem em diferentes contextos. Em vez de seguir um único modelo ou perspectiva de divulgação científica, muitos cientistas parecem integrar múltiplas abordagens e práticas em sua atuação.

Essa variabilidade nas respostas sugere que as atitudes e práticas de divulgação científica não estão rigidamente compartimentadas entre os cientistas. Ao contrário, há uma sobreposição e interação entre diferentes modelos, refletindo a complexidade e a flexibilidade com que esses profissionais abordam a divulgação científica. Portanto, a baixa homogeneidade do modelo pode ser interpretada como um reflexo da natureza

multifacetada e adaptativa das percepções e práticas de divulgação científica entre os cientistas brasileiros.

Em segundo lugar, emergem alguns padrões: pesquisadores das ciências humanas e/ou mais velhos têm mais chances de terem entrado em contato com formas de comunicação dialógica e participativa. Enquanto isso, cientistas das ciências agrárias, biológicas, exatas e engenharia, mais jovens e/ou do sexo masculino, apresentam uma maior inclinação a adotar uma postura mais tecnocrática em relação à participação popular nas decisões de ciência e tecnologia.

À medida que continuamos a explorar a complexa dinâmica da divulgação científica no Brasil, essas percepções podem ajudar a refletir sobre as melhores práticas e estratégias para promover uma maior conexão entre a ciência e a sociedade, e também a compreender a demanda dos cientistas sobre divulgação científica, seja ela de formação, de maiores recursos, de políticas específicas para área.

Agradecimentos

Este estudo foi realizado no escopo do Instituto Nacional de Comunicação Pública da Ciência, apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). Além disso, contou com a parceria do CNPq, por meio da Coordenação do Programa de Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais, que forneceu a base de dados dos pesquisadores para envio dos convites para participação na pesquisa. Castelfranchi e Massarani agradecem ao CNPq pela bolsa Produtividade em Pesquisa respectivamente PQ2 e PQ1B. Massarani agradece à Faperj pelo Cientista do Nosso Estado.

Referências bibliográficas

Brossard, D. & Lewenstein, B. V. (2021). Uma avaliação crítica dos modelos de compreensão pública da ciência: Usando a prática para informar a teoria. Em L. Massarani & I. C. Moreira (Eds.), Pesquisa em divulgação científica: Textos escolhidos. Fiocruz/COC. Disponível em: https://www.inct-cpct.ufpa.br/wp-content/uploads/2021/04/Livro-VPEIC_pesquisa_divulgacao_cientifica_final.pdf.

Bucchi, M. (2009). Beyond technocracy: Science, politics and citizens. Springer New York. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-0-387-89522-2.

Bucchi, M. & Trench, B. (2021). Rethinking science communication as the social conversation around science. Journal of Science Communication, 20(3), Y01. DOI: https://doi.org/10.22323/2.20030401.

Burgess, M. M. (2014). From “trust us” to participatory governance: Deliberative publics and science policy. Public Understanding of Science, 23(1), 48–52. DOI: https://doi.org/10.1177/0963662512472160.

Callon, M., Lascoumes, P. & Barthe, Y. (2009). Acting in an uncertain world: An essay on technical democracy. MIT Press.

Castelfranchi, Y. & Pitrelli, N. (2007). Come si comunica la scienza? Laterza.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2019). Percepção pública da C&T no Brasil – 2019. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/4686075/CGEE_resumoexecutivo_Percepcao_pub_CT.pdf.

Collins, L. M. & Lanza, S. T. (2010). Latent class and latent transition analysis. Wiley.

Crettaz Von Roten, F. & Moeschler, O. (2010). Les relations entre les scientifiques et la société. Sociologie, 1(1), 45–60. DOI: https://doi.org/10.3917/socio.001.0045.

Entradas, M., Bauer, M. W., Marcinkowski, F. & Pellegrini, G. (2024). The communication function of universities: Is there a place for science communication? Minerva, 62(1), 25–47. DOI: https://doi.org/10.1007/s11024-023-09499-8.

Entradas, M., Gascoigne, T., Metcalfe, J., Medvecky, F. & Nepote, A. C. (2022). Participatory science communication for transformation. Journal of Science Communication, 21(02), E. DOI: https://doi.org/10.22323/2.21020501.

Hagenaars, J. A. & McCutcheon, A. L. (2002). Applied latent class analysis. Cambridge: Cambridge University Press.

Hilgartner, S. (1990). The dominant view of popularization: Conceptual problems, political uses. Social Studies of Science, 20(3), 519–539. DOI: https://doi.org/10.1177/030631290020003006.

House of Lords (2000). Science and technology - Third report. The Stationery Office.

Irwin, A. & Wynne, B. (1996). Misunderstanding science? The public reconstruction of science and technology. Cambridge: Cambridge University Press.

Jasanoff, S. (2011). Constitutional moments in governing science and technology. Science and Engineering Ethics, 17(4), 621–638. DOI: https://doi.org/10.1007/s11948-011-9302-2.

Kim, Y. & Chung, H. (2020). glca: An R package for multiple-group latent class analysis. Disponível em https://kim0sun.github.io/glca/.

Latour, B. (2004). Politics of nature: How to bring the sciences into democracy. Harvard University Press.

Lo, Y.-Y. (2015). Online communication beyond the scientific community: Scientists' use of new media in Germany, Taiwan and the United States to address the public [Tese de doutorado]. Berlin: Freie Universität Berlin. Disponível em: https://d-nb.info/1102933473/34.

Loroño-Leturiondo, M. & Davies, S. R. (2018). Responsibility and science communication: Scientists' experiences of and perspectives on public communication activities. Journal of Responsible Innovation, 5(2), 170-185. DOI: https://doi.org/10.1080/23299460.2018.1434739.

Maia, B. Á. & Massarani, L. (2017). Os cientistas e os meios de comunicação de massa: Um estudo de caso no Instituto Oswaldo Cruz. Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde, 11(4). Disponível em: https://www.reciis.icict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/1342.

Massarani, L. & Peters, H. P. (2016). Scientists in the public sphere: Interactions of scientists and journalists in Brazil. Anais Da Academia Brasileira de Ciências, 88, 1165–1175. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0001-3765201620150558.

Masyn, K. (2013). Latent class analysis and finite mixture modeling. In The Oxford handbook of quantitative methods (Vol. 2). Oxford University Press.

Metcalfe, J., Gascoigne, T., Medvecky, F. & Nepote, A. C. (2022). Participatory science communication for transformation. Journal of Science Communication, 21(02), E. DOI: https://doi.org/10.22323/2.21020501.

Nature (2009). Cheerleader or watchdog? Nature, 459(7250), 1033. DOI: https://doi.org/10.1038/4591033a.

Nisbet, M. C. & Scheufele, D. A. (2009). What's next for science communication? Promising directions and lingering distractions. American Journal of Botany, 96(10), 1767–1778. DOI: https://doi.org/10.3732/ajb.0900041.

Peters, H. P., Dunwoody, S., Allgaier, J., Lo, Y.-Y. & Brossard, D. (2014). Public communication of science 2.0. EMBO Reports, 15(7), 749–753. DOI: https://doi.org/10.15252/embr.201438979.

Polino, C. & Castelfranchi, Y. (2012). The "communicative turn" in contemporary techno-science: Latin American approaches and global tendencies. Em B. Schiele, M. Claessens & S. Shi (Eds.), Science communication in the world (3–19). Springer Netherlands. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-4279-6.

Priest, S. (2013). Critical Science Literacy: What Citizens and Journalists Need to Know to Make Sense of Science. Bulletin of Science, Technology & Society, 33(5–6), 138–145. DOI: https://doi.org/10.1177/0270467614529707.

Trench, B. (2008). Towards an analytical framework of science communication models. Em. D. Cheng (Ed.), Communicating science in social contexts: New models, new practices (71–92). Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8597-0_4.

Vermunt, J. K. (2010). Latent class modeling with covariates: Two improved three-step approaches. Political Analysis, 18(4), 450–469. DOI: https://doi.org/10.1093/pan/mpq025.

Vermunt, J. K. & Magidson, J. (2004). Latent class analysis. Em M. S. Lewis-Beck, A. Bryman, & T. F. Liao (Eds.), The SAGE encyclopedia of social science research methods (549–553). SAGE Publications.

Weller, B. E., Bowen, N. K. & Faubert, S. J. (2020). Latent class analysis: A guide to best practice. Journal of Black Psychology, 46(4), 287–311. DOI: https://doi.org/10.1177/0095798420930932.

Wickham, H. (2014). Tidy data. Journal of Statistical Software, 59, 1–23. DOI: https://doi.org/10.18637/jss.v059.i10.

Wynne, B. E. (2004). May the sheep safely graze? A reflexive view of the expert-lay knowledge divide. Em S. Lash, B. Szerszynski & B. Wynne (Eds.), Risk, environment and modernity: Towards a new ecology. Sage.

Yang, Z. (2021). Citizen science communicators, boundary-work and scientific authority: Struggle for discourse authority between scientists and the public in the digital media environment of China [Tese de doutorado]. Sheffield: University of Sheffield. Disponível em: https://etheses.whiterose.ac.uk/29063/.