Reflectarea incertitudinii științifice în mass-media: concepte și abordări

Andrada FISCUTEAN
University of Bucharest, The Faculty of Journalism and Communication Studies
Corresponding author emails: andrada.fiscutean@fjsc.ro

Media Coverage of Scientific Uncertainty: Concepts and Approaches

Abstract: Journalists who cover science must decide whether and how to include the limitations of studies and the inherent uncertainties of the scientific process in their articles. Scientific uncertainty is a fundamental issue in science journalism. How it is presented can influence public understanding of science and directly affect citizens' decisions on public health issues, environmental concerns, and more. This paper aims to review the literature in the field and (1) explore the characteristics of scientific uncertainty and existing types of classifications; (2) present the current state of research in the field; and (3) identify themes and subjects that are not sufficiently studied. The paper was based on scientific articles extracted using Google Scholar. The study shows that research on scientific uncertainty began to gain momentum around 2005, with the number of articles in the field increasing even more after 2012 when the topic also began to be discussed in the context of misinformation. Understanding how journalists relay scientific uncertainty can help fight false ideas that appear in the public space.

Keywords: scientific uncertainty, science journalism, public understanding of science, science communication, journalism

Citation suggestion: Fiscutean, Andrada. "Reflectarea incertitudinii științifice în mass-media: concepte și abordări." *Transilvania*, no. 10 (2024): 40-50.
https://doi.org/10.51391/trva.2024.10.05.

Introducere

În societatea contemporană, știința evoluează cu viteze fără precedent și influențează fiecare activitate umană, fiind una dintre principalele forme ale cunoașterii. Domeniul este studiat de istorici, filosofi, sociologi, economiști și experți interdisciplinari, care încearcă să înțeleagă și să explice, fiecare cu uneltele sale, care este natura științei, care sunt limitările sale, care este contextul în care se produce, cum interacționează cu ariile de studiu conexe și cum diferă ea de pseudoștiință. Aceste cercetări se intersectează și cu domeniul comunicării--numeroase studii au fost publicate, în ultimele decenii, pe tema felului în care este diseminată informația științifică. O parte dintre acesta se încadrează în sfera jurnalismului de știință, considerat unul dintre vectorii principali prin care informația științifică ajunge la public[1]. Jurnalismul de știință este o nișă relativ nouă, care a început să câștige teren abia din secolul XIX, urmând să se solidifice în secolul XX[2]. Domeniul s-a conturat mai clar în jurul anului 1920, când Edwin W. Scripps a lansat agenția de presă Science Service, un proiect care și-a autoproclamat rolul de a scoate la lumină „drama care apare în fiecare eprubetă". Ulterior, în cadrul celui de-al doilea Război Mondial, jurnalismul de știință a evoluat și mai mult, pentru că știința și tehnologia erau considerate elemente centrale ale victoriei[3].

De-a lungul timpului, jurnalismul de știință a primit mai multe definiții. În literatura de specialitate

1. Dunwoody, „Science journalism: Prospects in the digital age", 14–32.
2. Ibid.
3. Weigold, „Communicating science: A review of the literature", 164–193.

recentă, există două direcții distincte. Unii autori, ca de exemplu Bucchi și Mazzolini[4] îi conferă un cadru mai restrâns, considerând jurnalismul de știință drept prezentarea descoperirilor și instituțiilor sau oamenilor implicați în procesul științific. Alți cercetători utilizează un sens mai larg al definiției, sens care permite includerea studiilor științifice în proporții variabile în articole jurnalistice, articole care pot atinge domenii diverse, de la politic, la social sau la sport, în ideea în care orice articol poate deveni un articol de jurnalism de știință dacă citează studii și experți[5]. Indiferent, însă, de definiția utilizată, există un element implicit: rolul jurnalistului de știință este acela de a crea legături între știință și societate, un rol deloc simplu, deoarece știința trebuie tradusă în limbaj accesibil, deși ea poate fi alambicată și plină de incertitudini. De altfel, incertitudinea este o temă importantă a studiului științei și o componentă de bază a procesului științific[6]. Ea poate proveni din multiple surse, printre care limitele cunoașterii noastre de la momentul actual, variațiile existente în rezultate ori felul în care sunt interpretate datele. Alte surse de incertitudine apar din faptul că unele rezultate științifice nu sunt validate, nu sunt reproductibile sau sunt contradictorii[7].

Și incertitudinea științifică a primit mai multe definiții, în perioada recentă. Steel[8] spune că ea se referă la „lipsa cunoașterii care ar permite ca rezultatele unei acțiuni să fie prezise". Pentru Walker et al.[9], ea reprezintă „orice deviație de la idealul de neatins de a avea o cunoaștere complet deterministă" a unui sistem studiat. În schimb, pentru Brashers[10] ea este orice percepție, sentiment sau credință apărută în momentele în care: „detaliile unei situații sunt ambigue, complexe, impredictibile sau probabilistice; când informația nu este disponibilă sau este discordantă; și când oamenii se simt nesiguri de cunoștințele pe care le au sau de cunoștințele care există în general" (p. 478). Această analiză a literaturii de specialitate discută pe larg rolul jurnalistului în comunicarea rezultatelor științei, tipurile de incertitudine și modurile în care sunt reprezentate acestea în articolele de presă și practicile jurnalistice și provocările întâmpinate de media în comunicarea incertitudinii științifice. Review-ul include cercetări care iau în calcul limbajul și valorile profesionale ale jurnaliștilor care scriu despre știință.

Metode

Review-ului de literatură include o analiză a primelor 200 de articolele științifice apărute pe *Google Scholar*, care corespund primelor zece pagini de rezultate afișate de motorul de căutare academic. Articolele au fost extrase folosind cuvintele cheie: *scientific uncertainty journalism*, fără a selecta limitări de timp. În analiză au fost cuprinse în marea majoritate articole academice, dar există și cărți, recenzii de cărți, abstracte de conferință, preprinturi și note editoriale care au fost păstrate în setul de date. În datele analizate nu au fost descoperite articole care să nu fie pe tema jurnalismului de știință și care să fie excluse din studiu. A fost, însă, eliminat un articol a cărui dată de publicare nu a putut fi stabilită. Aproape toate articolele extrase corespund intervalului 1990-2023, unul singur, publicat în 1979, făcând excepție. *Figura 1* arată distribuția acestora în timp. Se poate observa că în perioada 1990-1999 au apărut numai 8 dintre articolele incluse în studiu. În decada următoare, 2000-2009 au fost publicate 30 de articole, apoi, în perioada 2010-2019 se atinge un vârf al studierii incertitudinii, cu 120 de articole științifice publicate în jurnalele academice. În fine, între 2020 și finalul anului 2023 au apărut 40 de articole științifice pe subiectul studiat.

4. Mazzolini Bucchi, „Big science, little news: Science coverage in the Italian daily press, 1946–1997", 65–82.
5. Guenther, Bischoff, Löwe, Marzinkowski et al., „Scientific evidence and science journalism: Analysing the representation of (un) certainty in German print and online media", 40–59.
6. Bongelli, Riccioni, Burro, Zuczkowski, „Writers' uncertainty in scientific and popular biomedical articles. A comparative analysis of the British Medical Journal and Discover Magazine", e0221933.
7. Guenther, Ruhrmann, „Scientific evidence and mass media: Investigating the journalistic intention to represent scientific uncertainty", 927–943.
8. Steel, *Philosophy and the precautionary principle*, 101.
9. Walker, Harremoës, Rotmans, van der Sluijs et al., „Defining uncertainty: a conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support", 5–17.
10. Brashers, „Communication and uncertainty management", 477–497.

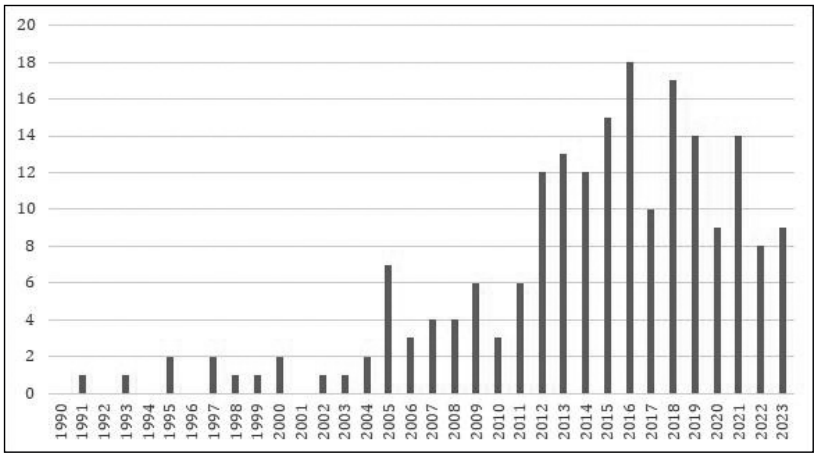


Figura 1. Numărul articolelor publicate pe tema felului în care e redată incertitudinea științifică în jurnalism.

Rezultate generale

Pot fi observate trei etape defalcate după volumul articolelor publicate pe tema incertitudinii științifice: (1) pre-2005, în care subiectul era tratat rar de cercetătorii din domeniul științei comunicării; (2) 2005-2011, în care tema a început să prindă contur; și (3) perioada post 2011, în care incertitudinea științifică ajunge să fie un subiect studiat tot mai des în domeniul științei comunicării. Dintre articolele analizate, cele mai multe se focusează pe două nișe ale jurnalismului de știință: mediu și schimbări climatice (38) sau pe sănătate, pandemie și alte arii ale jurnalismului medical (19). Analiza mai arată că 14 dintre articole sunt pe tema dezinformare - dubiu - construire de ignoranță, iar patru dintre ele discută rolul jurnalistului sau al presei. Analiza abstractelor arată că dovezile științifice sunt rareori menționate în articolele de jurnalism de știință, și că descoperirile științifice sunt prezentate de obicei ca fiind certe. De asemenea, informațiile despre incertitudine se găsesc mai des în secțiunile de știință ale publicațiilor. Iar articolele pe teme precum medicină și științe naturale conțin mai des informații despre incertitudine decât celelalte articole de jurnalism de știință[11]. De multe ori, jurnaliștii care evită să discute despre incertitudinea științifică în articolele lor fac asta întrucât nu îi cunosc importanța[12]. Comunicarea incertitudinii științifice nu este însă doar o problemă legată de modul în care jurnaliștii percep știința și o comunică, ci și o problemă legată de modul în care știința comunică, întrucât limitările incluse în lucrările științifică sunt în mare parte omise din comunicatele de presă, iar jurnaliștii au reflectat, în principiu, conținutul comunicatelor[13].

În contextul recent al pandemiei de COVID-19, s-a remarcat incertitudinea epistemică, cauzată de lipsa de informații privind transmiterea virusului și boala[14]. De asemenea, în contextul apariției unui număr mare de studii preprint, multor redacții le-au lipsit rutinele profesionale pentru analizarea rezultatelor preliminare ale cercetării și pentru evaluarea reputației experților[15]. Una dintre provocările semnalate este că, în lipsa procesului de peer review, jurnaliștii de știință trebuie să creeze noi criterii pentru a evalua calitatea și relevanța unei publicații și trebuie să fie mai bine pregătiți să distingă contribuțiile științifice valoroase de simplul „hype". În acest context, rolul jurnaliștilor care acoperă subiectele de știință este unul care nu poate fi trecut cu vederea.

Rolul jurnalistului în formarea înțelegerii publice a științei

Jurnaliștii au un rol esențial în informarea publicului[16], iar comunicarea științei este una dintre componentele esențiale ale acestui rol. Din această postură, jurnaliștii de știință sunt o interfață între

11. Guenther, Bischoff, Löwe, Marzinkowski et al., „Scientific evidence and science journalism: Analysing the representation of (un) certainty in German print and online media", 40–59.
12. Lehmkuhl, Peters, „Constructing (un-) certainty: An exploration of journalistic decision-making in the reporting of neuroscience", 909–926.
13. Ratcliff, „Communicating scientific uncertainty across the dissemination trajectory: A precision medicine case study", 597–623.
14. Stollorz, „Challenges for science journalism in the Corona pandemic—some observations about a mediated world event", 70–76.
15. Ibid.
16. Hanitzsch, „Professional identity and roles of journalists".

cercetători și public; ei explică felul în care evoluează știința, oferind context studiilor științifice și, la modul ideal, prezentând cercetătorii și cercetarea cu un ochi critic, îndepărtându-se de modelul de „aplaudare" a fiecărei descoperiri, publicând declarații și informații fără ca acesta să fie trecute prin filtrul gândirii[17]. De asemenea, jurnaliștii pot încuraja dezbaterile care au loc în societate pe teme tangente științei, pentru că oamenii iau adesea decizii și pe baza informațiilor aflate din presă[18]. În redacțiile mari, care au un acces la resurse financiare solide, există jurnaliști specializați pe știință și tehnologie sau chiar pe nișe ale acestora: medicină, spațiu sau mediu. În schimb, în redacțiile mici, sarcina de a acoperi domeniul le revine reporterilor generaliști, care de multe ori nu au pregătire specifică în știință. Indiferent de situația în care se află, însă, jurnaliștii care acoperă știința au o misiune complexă. Ei trebuie să caute subiecte, să găsească surse relevante pe care să le intervieveze și să navigheze situații aflate la limita științei cu pseudoștiința[19]. Din această postură, ei sunt văzuți și drept *gatekeeperi* ai informației, pentru că decid ce materiale vor scrie și cum. Prin urmare, jurnaliștii de știință nu sunt simpli translatori ai informației științifice--ei fac mai mult decât să o simplifice pe aceasta pe înțelesul publicului, contribuind în mod activ la propagarea ei în societate[20]. De multe ori, articolele de jurnalism de știință pornesc de la comunicate de presă trimise de universități sau de institute de cercetare, ori de la lucrări științifice pe care jurnalistul le întâlnește în procesul său de documentare. Totuși, articolele de presă care au astfel de puncte de plecare nu se rezumă adesea la un singur interviu sau un singur studiu citat. Ele pot include studii suplimentare sau interviuri suplimentare, creând spațiu și vocilor altor cercetători, care nu au semnat lucrarea științifică respectivă. De altfel, marile publicații solicită în mod expres surse suplimentare în articolele care pornesc de la un studiu. În felul acesta se obține imagine mai nuanțată a lucrării publicate și a limitărilor cercetării comparativ cu comunicatele de presă[21].

În presa care publică în alte limbi decât engleza, articole de jurnalism de știință sunt uneori preluări sau chiar traduceri de texte apărute în publicațiile mari de limbă engleză, printre care *The Guardian, New York Times* sau *Washington Post*. Unii cercetători din științele comunicării au observat că aceste preluări pot fi semnificativ diferite de original, deoarece ele pot fi influențate de factori multipli, printre care cei politici și cei culturali. Diferențele pot fi puternice inclusiv în titluri și în prezentarea ideilor-cheie[22]. Indiferent de situație însă, jurnaliștii trebuie să urmeze consensul științific și să traseze linii clare între știință și pseudoștiință[23]. Acest lucru presupune luarea unor decizii editoriale în situații de deficit informațional, în care înțelegerea mecanismelor de autocorectare ale științei și a incertitudinii științifice joacă roluri esențiale.

Tipuri de incertitudine științifică: clasificări

Atunci când scriu un articol care prezintă descoperiri științifice, jurnaliștii nu pot include toată informația care apare în lucrarea științifică, din cauza constrângerilor de spațiu și de atenție a publicului. Așadar, ei selectează idei pe care să le considere relevante tipului de material și profilului audienței lor[24]. De asemenea, jurnaliștii utilizează un limbaj specific, care îl simplifică și adaptează pe cel științific[25]. Literatura de specialitate include mai multe clasificări ale incertitudinii științifice. Kahneman și Tversky[26] spuneau că incertitudinea științifică poate fi internă sau externă. Pentru cei doi autori, cea externă avea legătură cu lumea înconjurătoare și cu felul în care oamenii se raportează la procese asupra cărora nu

17. Murcott, Williams, „The challenges for science journalism in the UK", 152–160.
18. Robinson, „Theorizing the influence of media on world politics: models of media influence on foreign policy", 523–544.
19. Murcott, Williams, „The challenges for science journalism in the UK", 152–160.
20. Bauer, Allum, Miller, „What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda", 79–95.
21. Maat, de Jong, „How newspaper journalists reframe product press release information", 348–371.
22. Li, *Translating news on cross-strait relations: a case study of journalistic translation based on selected news from the New York Times*.
23. Brüggemann, Engesser, „Between consensus and denial: Climate journalists as interpretive community", 399–427.
24. Rosen, Guenther, Froehlich, „The question of newsworthiness: A cross-comparison among science journalists' selection criteria in Argentina, France, and Germany", 328–355.
25. Guenther, Bischoff, Löwe, Marzinkowski et al., „Scientific evidence and science journalism: Analysing the representation of (un) certainty in German print and online media", 40–59.
26. Tversky, Kahneman, „Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases: Biases in judgments reveal some heuristics of thinking under uncertainty", 1124–1131.

au control. Celălalt tip de incertitudine, cea internă, se referea la acțiuni și decizii care pot fi luate în legătură cu lucruri sau fenomene aflate în controlul nostru. Peters și Dunwoody[27] aleg tot o împărțire tot în două categorii, și vorbesc despre incertitudine probabilistică (evenimente specifice, a căror distribuție statistică se cunoaște) și epistemică (are legătură cu validitatea unor afirmații).

Herbert[28] propune tot două categorii atunci când se referă la comunicarea rezultatelor cercetării în contextul unor probleme de actualitate: prezentarea incertitudinii ca fiind izvorâte din dovezi limitate și prezentarea incertitudinii ca efect al unui conflict. Cele două categorii, spune cercetătoarea, pot crea „efecte diferite asupra audiențelor". Prima dintre categorii se referă la existența unor limitări privind calitatea și cantitatea dovezilor. În acest caz, oamenii de știință formulează concluzii similare, cu toate că datele nu sunt perfecte. Spre contrast, prezentarea incertitudinii ca fiind efect al unui conflict are la bază faptul că datele sunt ambigue, iar în comunitatea științifică există dezbatere și tensiune pe tema lor. Simplificând, Herbert vorbește de două tipuri de incertitudine: reală și fabricată. Această a doua categorie folosește știința ca punct de plecare pentru dezinformare și manipulare[29], o tehnică utilizată de industria tutunului și ulterior de industria petrolieră, care au încercat să nege faptul că tutunul poate favoriza apariția cancerului și că încălzirea globală este accelerată de activitatea umană. Strategia folosită în campaniile de comunicare, „Doubt is our product"[30] („Neîncrederea este produsul nostru"), fabrica incertitudine spunând că o așa-zisă absență a unui consens în comunitatea științifică permite publicului să ia decizia pe care o dorește, sau chiar încurajează publicul să acționeze contrar cu consensul științific dintr-un anumit domeniu[31].

Pentru Guenther și Weber[32], există trei categorii: incertitudine minimalizată, prezentată în mod corect și maximizată. Cu alte cuvinte, jurnalistul prezintă știința ca pe un proces de producere a certitudinii (situație în care jurnaliștii ignoră incertitudinea științei și prezintă descoperirile ca fiind 100% sigure), jurnalistul alege să reprezinte corect incertitudinea din știință discutând despre lucruri precum limitările studiilor, și jurnalistul ia decizia de a exagera incertitudinile din știință, de obicei cu scopul de a senzaționaliza subiectul și a atrage audiență. Minimalizarea incertitudinii este explicată folosind ideea potrivit căreia practicile și normele jurnalistice sunt în contrapoziție cu știința, pentru că presupun brevitate și simplificare, însă un alt motiv poate fi faptul că jurnaliștii cred că audiența lor nu va înțelegea faptul că știința nu este niciodată sigură[33]. De asemenea, jurnaliștii ar putea vorbi pe larg despre incertitudine dacă ar crede că audiențele lor înțeleg limbajul științific[34]. Incertitudinea apare însă redată mai aproape de proporțiile recomandate de ghidurile profesiei în domenii precum științele naturale și medicina, fapt care îi face pe unii cercetători să afirme că incertitudinea apare mai des atunci când situația prezentată are atașat un oarecare grad de risc[35]. Pe lângă acestea, există și situații de exagerare a incertitudinii și a controverselor din știință, care pot apărea cu scopul de a îndrepta atenția publicului spre un anumit subiect și a profita de pe urma acestui fapt generând trafic[36]. În fine, o a patra clasificare realizată recent de cercetătorii Gustafson și Rice[37] ia în calcul patru categorii: de deficit, tehnică, de consens și științifică propriu-zisă. Această clasificare permite o analiză mai nuanțată a felului în care incertitudinea științifică este redată în articolele de presă.

27. Peters, Dunwoody, „Scientific uncertainty in media content: Introduction to this special issue", 893–908.
28. Herbert, *Covering scientific uncertainty in ongoing research*, 6–9.
29. Oreskes, Conway, *Merchants of doubt: How a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming*, 216–217.
30. Ibid., 10.
31. Ibid., 18-19.
32. Guenther, Weber, „Science, journalism, and the language of (un) certainty: A review of science journalists' use of language in reports on science", 47–59.
33. Guenther, Ruhrmann, „Science journalists' selection criteria and depiction of nanotechnology in German media", A01.
34. Ibid.
35. Lehmkuhl, Peters, „Constructing (un-) certainty: An exploration of journalistic decision-making in the reporting of neuroscience", 909–926.
36. Guenther, Ruhrmann, „Scientific evidence and mass media: Investigating the journalistic intention to represent scientific uncertainty", 927–943.
37. Gustafson, Rice, „The effects of uncertainty frames in three science communication topics", 679–706.

1. Incertitudinea de deficit

Prima categorie a modelului propus de Gustafson și Rice[38], incertitudinea de deficit, se referă la așa-numitele „known unknowns", adică lucrurile pe care știm că nu le cunoaștem. Adesea, studiile științifice includ întrebări al căror răspuns nu este cunoscut și generează noi întrebări, apărute pe baza progresului științei. Aici se încadrează limitările pe care le au studiile sau experimentele, limitări care apar spre finalul articolelor științifice publicate în jurnalele academice. Includerea acestora în articolele științifice este obligatorie, ele contribuind în mod esențial la caracterul prezumat onest, integru și transparent al științei, pentru că nicio cercetare nu este nici completă, nici exhaustivă[39]. Includerea limitărilor permite comunității științifice și jurnaliștilor să aibă context și să evalueze cu un ochi critic studiul. De asemenea, tot limitările indică potențiale erori, date imprecise sau diverse tipuri de factori care pot influența interpretarea rezultatelor[40]. Cercetătorii au obligația de a trata cu rigurozitate secțiunea privind limitările din articolele lor, evitând descrierile genetice, pentru a spori înțelegerea cititorilor și a ajuta investigațiile viitoare[41]. Așa cum descriu Gustafson și Rice[42], articolele jurnalistice care nu prezintă studiile ca fiind exhaustive includ formulări de tipul „mai trebuie realizate studii suplimentare pentru a afla..." sau „oamenii de știință mai au nevoie să cerceteze..." pentru a marca incertitudinea de deficit.

2. Incertitudinea tehnică

Metoda științifică, folosită încă din secolul XVII, presupune observarea unor fenomene din natură și formularea unor ipoteze care sunt apoi testate. La baza metodei, stau măsurătorile, care sunt în strânsă legătură cu incertitudinea[43]. De multe ori, incertitudinea poate fi estimată făcând măsurători repetate și alegând, eventual, o medie sau mediană. Alteori există modele mai complexe prin care diferite cantități pot fi estimate[44]. Atunci când măsurăm, de exemplu, populații, la un recensământ, incertitudinea poate să apară și din cauza felului în care s-au colectat datele. De asemenea, în studiile care conțin eșantioane, estimările vin și ca urmare a metodei statistice folosite. Estimările, intervalele, marjele de eroare și procentele sunt, așadar, esențiale cercetării, pentru că le permit oamenilor de știință să cuantifice datele și să tragă concluzii pe baza lor. Deși nu sunt punctuale sau perfecte, acestea pot releva tendințe, relații și modele, și le permit cercetătorilor atât să testeze ipoteze, cât și să facă previziuni. A avea unele date este mai bine decât a nu avea date deloc, iar în lipsa acestor estimări, cercetările ar putea fi plasate doar în zona subiectivă.

Totuși, estimările trebuie prezentate cu responsabilitate de jurnaliștii și comunicatorii de știință, iar greșelile pot duce la concluzii înșelătoare, chiar false. Un exemplu simplu este anticiparea traiectoriei unei tornade, care are la bază probabilități. Uneori, oamenii de știință se folosesc de așa-numitul nivel de siguranță, măsurat în sigma, pentru a spune cât de precise sunt datele lor. De exemplu, în cazul descoperirii bosonului Higgs, cercetătorii de la CERN au așteptat să atingă standardul 5-sigma înainte de a face anunțul, pentru a fi siguri că rezultatul lor este real și nu doar un artefact statistic[45]. Atunci când includ incertitudinea tehnică în articolele lor, potrivit clasificării formulate de Gustafson și Rice[46], jurnaliștii pot prezenta datele sub formă de probabilitate („o șansă din 10 să..." sau „20% șanse să...") sau interval („Populația de urși din pădurile României ar putea scădea cu 500 până la 750 de exemplare în următorul deceniu").

3. Incertitudinea de consens

Consensul științific, acel proces prin care comunitatea științifică ajunge la un acord general privind interpretarea unui set de dovezi sau de date, este o temă fundamentală de studiu în sociologia științei. Mai mulți cercetători[47] au studiat felul în care oamenii de știință ajung la consens, proces care presupune

38. Ibid.
39. Price, Murnan, „Research limitations and the necessity of reporting them", 66.
40. Ibid.
41. Ross, Bibler Zaidi, „Limited by our limitations", 261–264.
42. Gustafson, Rice, „The effects of uncertainty frames in three science communication topics", 679–706.
43. MacKay, Donald MacCrimmon. Information, mechanism and meaning, vol. 134, 151–153.
44. Ibid., 147.
45. Lyons, „Discovering the Significance of 5 sigma", 1310.1284.
46. Gustafson, Rice, „The effects of uncertainty frames in three science communication topics", 679–706.
47. Pinch, Bijker, „The social construction of facts and artefacts: Or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other", 399–441. Shwed, Bearman, „The temporal structure of scientific consensus formation", 817–840.

mai mult decât o convergență a opiniilor și care implică și o evaluare complexă a dovezilor, modelelor și teoriilor existente într-un anumit domeniu, la un anumit moment. Incertitudinea de consens propusă de Gustafson și Rice[48] se referă la absența consensului științific într-o anumită problemă. Ea poate fi onestă (atunci când consensul științific chiar lipsește) sau construită artificial (atunci când consensul științific există, însă rezultatele cercetării continuă să fie privite cu scepticism la nivel de societate, pentru că interesele comerciale sau politice pot influența felul în care informațiile științifice sunt prezentate de jurnaliști). Câteva teme în care există consens științific, deși ele continuă să fie dezbătute de societate sunt vaccinurile, evoluția și natura schimbărilor climatice[49]. Atunci când diverse grupuri de interese enunță în mod fals lipsa unui consens științific și răspândesc astfel de idei în societate spunând că știința nu are un răspuns clar, ele fabrică incertitudine. Îndoiala „este cea mai bună metodă de a concura cu dovezile factuale existente în mintea publicului general", spunea un memo care a circulat în industria tutunului în 1969[50]. Cei doi autori arată cum industria tutunului și cea a combustibililor fosili au semănat îndoială cu scopul de dezinforma, sugerând în mod fals că nu este clar dacă tutunul crește riscul de cancer de plămâni, și nici dacă încălzirea globală este provocată de om.

În acest context, la începutul anilor 1990, a apărut o nouă ramură a sociologiei cunoașterii: agnotologia[51]. În contrast cu epistemologia, care studiază cunoașterea, agnotologia studiază introducerea în mod deliberat a ignoranței, a neîncrederii și a incertitudinii, adesea cu scopul de a influența opiniile sau chiar de a vinde un produs, manipulând publicul folosind date științifice inexacte sau chiar înșelătoare. În era internetului, propagarea ignoranței se face chiar mai ușor, deoarece oricine își poate asuma rolul de expert, făcând astfel ca informațiile înșelătoare și inexacte să ajungă la un număr mare de persoane[52].

4. Incertitudinea științifică propriu-zisă

Știința evoluează în ritm accelerat și de multe ori cunoașterea devine învechită sau depășită, de aceea afirmațiile pe care le facem astăzi ar putea să fie invalidate în viitor. Incertitudinea științifică propriu-zisă, apărută ca efect al evoluție științei și al mecanismelor de corectare a acesteia apare marcată în articolele de presă prin afirmații precum: „Potrivit informațiilor/studiilor disponibile în acest moment..." sau „Felul în care înțelegem COVID-19 s-ar putea schimba în viitor, însă momentan oamenii de știință cred că...". Pe perioada crizei sanitare de COVID-19, datorită volumului mare de lucrări peer reviewed și preprint publicate zilnic, informațiile științifice erau actualizate constant, unele studii contrazicându-le pe cele publicate în presă în zilele anterioare.

Provocări în comunicarea incertitudinii științifice

Din postura lor, în care creează o legătură între lumea cercetării și societate, jurnaliștii care acoperă știința caută să găsească un echilibru fin, creând produse care să crească gradul de înțelegere publică a științei și să genereze discuții în societate pe temele legate de știință, fără însă a suprasimplifica știința[53]. Ei sunt, cu alte cuvinte, la mijlocul a două culturi: una a rigurozității științifice și o alta a simplificării informației, pentru ca aceasta să fie înțeleasă rapid. Bucchi[54] spune că produsele jurnalistice care ating subiecte din sfera științei sunt comparate cu lucrările de cercetare, fapt care îi face pe oamenii de știință să concluzioneze că știința ar fi reprezentată în mod greșit în presă. Pe de o parte, cercetătorii percep unele diferențe între comunicarea în interiorul profesiei lor și comunicarea cu publicul general, eventual prin intermediul jurnaliștilor. Una dintre diferențe este legată de conținutul comunicării, întrucât există concepția potrivit căreia comunicarea științifică ar fi specializată și deci ar fi peste nivelul de cunoștințe al publicului general. O altă problemă ține de faptul că cunoașterea științifică este validată în cercul închis al cercetătorilor, fără vreo implicare directă a publicului în acest proces[55]. De partea cealaltă,

48. Gustafson, Rice, „The effects of uncertainty frames in three science communication topics", 679–706.
49. Carter, Wiles, „Scientific consensus and social controversy: exploring relationships between students' conceptions of the nature of science, biological evolution, and global climate change", 1–11.
50. Oreskes, Conway, *Merchants of doubt: How a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming*, 34.
51. Proctor, Schiebinger, „Agnotology: The making and unmaking of ignorance", 1.
52. Froehlich „The role of pseudo-cognitive authorities and self-deception in the dissemination of fake news", 115–136.
53. Bucchi, *Science and the media: Alternative routes to scientific communications*, 4.
54. Ibid.
55. Peters, „Gap between science and media revisited: Scientists as public communicators", 14102–14109.

jurnaliștii care acoperă știința aderă la aceleași reguli care guvernează profesia lor în ansamblu, printre care obiectivitatea, corectitudinea, echilibrul și acuratețea informației prezentate[56]. Totuși, jurnalismul de știință vine cu provocări suplimentate, pentru că una dintre datoriile jurnaliștilor este să cunoască consensul științific și să-l urmeze, evitând astfel răspândirea unor informații invalidate de știință. În cazul relatărilor pe teme precum schimbările climatice și așa-zisa legătură dintre vaccinuri și autism, există un consens științific clar, astfel că ideea de a cita toate părțile, inclusiv pe cele care neagă consensul, creează incertitudine și contribuie la prelungirea unor false dezbateri în societate care pot avea consecințe grave[57], așa cum s-a întâmplat și în cazul pandemiei de COVID-19.

Modul în care jurnaliștii iau decizii privind subiectele acoperite și unghiul de abordare poate fi influențat de pregătirea lor profesională în domeniul științelor și de experiența pe care o deprind aceștia acoperind domeniul o perioadă mai lungă de timp[58]. Studiile arată că există situații în care jurnaliștii cu mai puțină experiență sau fără studii în domeniul științei prezintă informații preliminare sau complexe ca fiind mai sigure decât sunt ele în realitate[59], uneori din dorința de a face subiectul mai ușor de înțeles pentru public (motiv pentru care renunță la nuanțe și la ambiguități), alteori din simpla încercare de a respecta deadline-urile strânse.

Efectele incertitudinii științifice asupra publicului

Există încă multe semne de întrebare în privința felului în care publicul răspunde la incertitudinea științifică. Studiile din domeniul științelor comunicării realizate pe acest subiect au oferit rezultate diferite. Majoritatea cercetărilor efectuate în 1980 și la început anilor 1990 susțin că prezentarea incertitudinii științifice în articolele jurnalistice prin includerea, de pildă, a limitărilor unor studii, ar putea genera atitudini negative în rândul publicului față de cercetători. Potrivit lui Shanteau[60], audiențele își doreau ca experții să vină cu lucruri exacte și certe și să fie siguri pe ei atunci când comunică rezultatele cercetărilor. Tot în acea perioadă circula ideea potrivit căreia discutarea incertitudinii are potențialul de a reduce încrederea oamenilor în știință, deoarece aceștia ar fugi de ambiguitate[61]. De asemenea, părerea împărtășită de mai mulți cercetători[62] era că prezența incertitudinii științifice în articolele de presă ar face oamenii să rămână cu ideile pe care le au sau care le convin mai mult, în loc să-și schimbe comportamentul, câtă vreme ar exista percepția că oamenii de știință nu sunt siguri pe studii. Cercetările publicate mai recent, în special după anul 2000, par să susțină în special ideea potrivit căreia prezentarea incertitudinii rezultatelor științifice are potențialul de a spori încrederea audienței în știință și în jurnalism[63]. Cercetătorii din științele comunicării au evidențiat faptul că este important nu doar dacă este comunicată incertitudinea, ci și cum și în ce context[64]. În prezent, se vorbește tot mai mult de prezentarea clară a incertitudinii științifice în materialele de presă și în campaniile de informare, pentru ca publicul să poată lua decizii mai bune, acordând atenție nuanțelor[65].

În cazul clasificării incertitudinii științifice pe modelul propus de Gustafson și Rise[66], se observă

56. Clarke, „A question of balance: The autism-vaccine controversy in the British and American elite press", 77–107.
57. Ibid.
58. Viswanath, Blake, Meissner, Saiontz et al., „Occupational practices and the making of health news: A national survey of US health and medical science journalists", 759–777.
59. Brechman, Lee, Cappella. „Lost in translation? A comparison of cancer-genetics reporting in the press release and its subsequent coverage in the press", 453–474. Lai, Lane. „Characteristics of medical research news reported on front pages of newspapers", e6103. Retzbach, Maier, „Communicating scientific uncertainty: Media effects on public engagement with science", 429–456.
60. Shanteau, „Psychological characteristics and strategies of expert decision makers", 203–215.
61. Camerer, Weber, „Recent developments in modeling preferences: Uncertainty and ambiguity", 325–370.
62. Budescu, Rapoport, Suleiman, „Resource dilemmas with environmental uncertainty and asymmetric players", 475–487. Tversky, Shafir, „The disjunction effect in choice under uncertainty", 305–310.
63. Frewer, Miles, Brennan, Kuznesof et al., „Public preferences for informed choice under conditions of risk uncertainty", 363. Hendriks, Jucks, „Does scientific uncertainty in news articles affect readers' trust and decision-making?", 401–412.
64. Binder, Hillback, Brossard, „Conflict or caveats? Effects of media portrayals of scientific uncertainty on audience perceptions of new technologies", 831–846. Jensen, Pokharel, Scherr, King et al., „Communicating uncertain science to the public: How amount and source of uncertainty impact fatalism, backlash, and overload", 40–51.
65. Campbell, „Understanding the receivers and the reception of science's uncertain messages", 4891–4912.
66. Gustafson, Rice, „The effects of uncertainty frames in three science communication topics", 679–706.

efecte diferite asupra publicului în funcție de tipul de informație prezentată. Incertitudinea de consens ar produce frecvent rezultate negative în privința încrederii publicului în știință și în comunicarea ei, în timp ce incertitudinea tehnică ar oferi cu precădere rezultate fie pozitive, fie nule. Situația rămâne însă neclară în cazul incertitudinii de deficit, pentru care studiile care testau încrederea publicului în știință au oferit rezultate mixte. La fel se întâmplă și cu incertitudinea științifică propriu-zisă, care de asemenea pare să producă efecte incerte la nivel social. În ultimii ani, analizele de conținut realizate pe articole jurnalistice[67] arată că jurnaliștii ar tinde în număr tot mai mare să includă informații privind incertitudinea științifică în articolele lor, în special în textele ample și atunci când apare în calcul riscul. În situațiile în care prezintă incertitudinea, profesioniștii media tind să menționeze în special nevoia de cercetări suplimentare, limitările lucrărilor prezentate, controversa în rândul oamenilor de știință, dar și șansele ca anumite lucruri sau situații să se întâmple[68].

Concluzii și direcții viitoare de studiu

Studierea modurilor în care jurnaliștii comunică incertitudinea științifică este de actualitate atât în aria jurnalismului medical, cât și în alte nișe ale jurnalismului de știință, inclusiv cel de mediu. Astfel de studii pot îmbogăți perspectivă asupra felului în care media transmite informația științifică în contextul în care publicul este tot mai des victimă a dezinformări și a interpretărilor eronate. Așadadar, înțelegerea tehnicilor și strategiilor de comunicare a incertitudinii poate ajuta la combaterea ideilor false privind subiectele științifice, inclusiv în situații speciale, cum este o criză sanitară globală. Literatura de specialitate în domeniului transmiterii incertitudinii științifice în jurnalism nu e clară în privința efectelor pe care le au unele tipuri de incertitudine asupra publicului, zonă care ar putea fi aprofundată prin cercetări viitoare. Acestea pot sonda, de pildă, dacă pregătirea publicului în domeniul științelor afectează sau nu felul în care acesta receptează incertitudinea. De asemenea, în contextul fierbinte al dezinformării, se poate urmări în ce măsură publicul este vulnerabil la incertitudinea fabricată. Studii viitoare ar putea observa și modul în care jurnaliștii iau decizii privind includerea sau excluderea incertitudinii științifice în articolele lor, prin interviuri semi-structurate. Ar mai fi utilă și analizarea unei posibile legături între pregătirea și experiența jurnaliștilor care acoperă știința și felul în care aceștia aleg să trateze incertitudinea științifică în materialele lor. Analiza literaturii de specialitate a mai arătat că există puține studii care să urmărească dinamica temporală a redării incertitudinii în articolele de presă în diferite nișe ale jurnalismului de știință. În plus, noile tehnologii de tipul NLP/AI pot fi utilizate pentru analize de sentiment și de emoție, oferind cercetătorilor instrumente avansate pentru a înțelege mai bine potențialele reacții și percepții ale publicului. Aceste tehnologii permit analiza rapidă și eficientă a unor volume mari de date textuale.

Bibliography

Bailey, Adriana, Lorine Giangola, and Maxwell T. Boykoff. "How grammatical choice shapes media representations of climate (un) certainty." *Environmental Communication* 8, no. 2 (2014): 197–215.

Bauer, Martin W., Nick Allum, and Steve Miller. "What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda." *Public Understanding of Science* 16, no. 1 (2007): 79–95.

Binder, Andrew R., Elliott D. Hillback, and Dominique Brossard. "Conflict or caveats? Effects of media portrayals of scientific uncertainty on audience perceptions of new technologies." *Risk analysis* 36, no. 4 (2016): 831–846.

Bongelli, Ramona, Ilaria Riccioni, Roberto Burro, and Andrzej Zuczkowski. "Writers' uncertainty in scientific and popular biomedical articles. A comparative analysis of the British Medical Journal and Discover Magazine." *PloS one* 14, no. 9 (2019): e0221933.

Brashers, Dale E. "Communication and uncertainty management." *Journal of communication* 51, no. 3 (2001): 477–497.

67. 73. Chetty, Devadas, Fleming, „The framing of climate change in New Zealand newspapers from June 2009 to June 2010", 1–20. Ruhrmann, Guenther, Heike Kessler, Milde, „Frames of scientific evidence: How journalists represent the (un) certainty of molecular medicine in science television programs", 681–696.

75. Guenther, Ruhrmann, „Scientific evidence and mass media: Investigating the journalistic intention to represent scientific uncertainty", 927–943.

68. Painter, Ashe, „Cross-national comparison of the presence of climate scepticism in the print media in six countries, 2007–10", 044005. Bailey, Giangola, Boykoff, „How Grammatical Choice Shapes Media Representations of Climate (Un)Certainty", 197–215.

Brechman, Jean, Chul-joo Lee, and Joseph N. Cappella. "Lost in translation? A comparison of cancer-genetics reporting in the press release and its subsequent coverage in the press." *Science Communication* 30, no. 4 (2009): 453–474.
Brüggemann, Michael, and Sven Engesser. "Between consensus and denial: Climate journalists as interpretive community." *Science Communication* 36, no. 4 (2014): 399–427.
Bucchi, Massimiano. *Science and the media: Alternative routes to scientific communications*. London: Routledge, 2012.
Bucchi, Massimiano, and Renato G. Mazzolini. "Big science, little news: Science coverage in the Italian daily press, 1946–1997." In *Journalism, Science and Society*, 65–82. London: Routledge, 2008.
Budescu, David V., Amnon Rapoport, and Ramzi Suleiman. "Resource dilemmas with environmental uncertainty and asymmetric players." *European Journal of Social Psychology* 20.6 (1990): 475–487.
Camerer, Colin, and Martin Weber. "Recent developments in modeling preferences: Uncertainty and ambiguity." *Journal of risk and uncertainty* 5 (1992): 325–370.
Campbell, Philip. "Understanding the receivers and the reception of science's uncertain messages." *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 369, no. 1956 (2011): 4891–4912.
Carter, B. Elijah, and Jason R. Wiles. "Scientific consensus and social controversy: exploring relationships between students' conceptions of the nature of science, biological evolution, and global climate change." *Evolution: education and outreach* 7 (2014): 1–11.
Chetty, Kavi, Vijay Devadas, and J. S. Fleming. "The framing of climate change in New Zealand newspapers from June 2009 to June 2010." *Journal of the Royal Society of New Zealand* 45, no. 1 (2015): 1–20.
Clarke, Christopher E. "A question of balance: The autism-vaccine controversy in the British and American elite press." *Science communication* 30, no. 1 (2008): 77–107.
Dunwoody, Sharon. "Science journalism: Prospects in the digital age." In *Routledge handbook of public communication of science and technology*, 14–32. London: Routledge, 2008.
Frewer, Lynn J., Susan Miles, Mary Brennan, Sharon Kuznesof, Mitchell Ness, and Christopher Ritson. "Public preferences for informed choice under conditions of risk uncertainty." *Public Understanding of Science* 11, no. 4 (2002).
Froehlich, Thomas J. "The role of pseudo-cognitive authorities and self-deception in the dissemination of fake news." *Open Information Science* 3, no. 1 (2019): 115–136.
Guenther, Lars, and Georg Ruhrmann. "Science journalists' selection criteria and depiction of nanotechnology in German media." *Journal of Science Communication* 12, no. 3 (2013): A01.
Guenther, Lars, and Georg Ruhrmann. "Scientific evidence and mass media: Investigating the journalistic intention to represent scientific uncertainty." *Public Understanding of Science* 25, no. 8 (2016): 927–943.
Guenther, Lars, Jenny Bischoff, Anna Löwe, Hanna Marzinkowski, and Marcus Voigt. "Scientific evidence and science journalism: Analysing the representation of (un) certainty in German print and online media." *Journalism studies* 20, no. 1 (2019): 40–59.
Guenther, Lars, and Antonia Weber. "Science, journalism, and the language of (un) certainty: A review of science journalists' use of language in reports on science." In *The Routledge Handbook of Language and Science*, 47–59. London: Routledge, 2019.
Gustafson, Abel, and Ronald E. Rice. "The effects of uncertainty frames in three science communication topics." *Science Communication* 41, no. 6 (2019): 679–706.
Gustafson, Abel, and Ronald E. Rice. "A review of the effects of uncertainty in public science communication." *Public Understanding of Science* 29, no. 6 (2020): 614–633.
Hanitzsch, Thomas. "Professional Identity and Roles of Journalists." *Oxford Research Encyclopedia of Communication*. 26 Oct. 2017. https://oxfordre.com/communication/view/10.1093/acrefore/9780190228613.001.0001/acrefore-9780190228613-e-95.
Hendriks, Friederike, and Regina Jucks. "Does scientific uncertainty in news articles affect readers' trust and decision-making?." *Media and Communication* 8, no. 2 (2020): 401–412.
Herbert, Natalie. *Covering scientific uncertainty in ongoing research*. Diss. University of Pennsylvania, 2020.
Jensen, Jakob D., Manusheela Pokharel, Courtney L. Scherr, Andy J. King, Natasha Brown, and Christina Jones. "Communicating uncertain science to the public: How amount and source of uncertainty impact fatalism, backlash, and overload." *Risk Analysis* 37, no. 1 (2017): 40–51.
Lai, William Yuk Yeu, and Trevor Lane. "Characteristics of medical research news reported on front pages of newspapers." *Plos one* 4, no. 7 (2009): e6103.
Lehmkuhl, Markus, and Hans Peter Peters. "Constructing (un-) certainty: An exploration of journalistic decision-making in the reporting of neuroscience." *Public Understanding of Science* 25.8 (2016): 909–926.

Li, Jiayi. *Translating news on cross-strait relations: a case study of journalistic translation based on selected news from the New York Times*. Diss. 2019.

Lyons, Louis. "Discovering the Significance of 5 sigma." *arXiv preprint arXiv:1310.1284* (2013).

Maat, Henk Pander, and Caro de Jong. "How newspaper journalists reframe product press release information." *Journalism* 14, no. 3 (2013): 348–371.

MacKay, Donald MacCrimmon. *Information, mechanism and meaning*, vol. 134. Cambdrige, MA: MIT Press, 1969.

Murcott, Toby HL, and Andy Williams. "The challenges for science journalism in the UK." *Progress in Physical Geography* 37, no. 2 (2013): 152–160.

Oreskes, Naomi, and Erik M. Conway. *Merchants of doubt: How a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming*. New York: Bloomsbury Publishing USA, 2011.

Painter, James, and Teresa Ashe. "Cross-national comparison of the presence of climate scepticism in the print media in six countries, 2007–10." *Environmental research letters* 7, no. 4 (2012): 044005.

Peters, Hans Peter. "Gap between science and media revisited: Scientists as public communicators." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, supplement 3 (2013): 14102–14109.

Peters, Hans Peter, and Sharon Dunwoody. "Scientific uncertainty in media content: Introduction to this special issue." *Public Understanding of Science* 25, no. 8 (2016): 893–908.

Pinch, Trevor J., and Wiebe E. Bijker. "The social construction of facts and artefacts: Or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other." *Social studies of science* 14, no. 3 (1984): 399–441.

Price, James H., and Judy Murnan. "Research limitations and the necessity of reporting them." *American journal of health education* 35, no. 2 (2004).

Proctor, Robert N., and Londa Schiebinger. *Agnotology: The making and unmaking of ignorance*. Redwood City, California: Stanford University Press, 2008.

Ratcliff, Chelsea L. "Communicating scientific uncertainty across the dissemination trajectory: A precision medicine case study." *Science Communication* 43, no. 5 (2021): 597–623.

Retzbach, Andrea, and Michaela Maier. "Communicating scientific uncertainty: Media effects on public engagement with science." *Communication Research* 42, no. 3 (2015): 429–456.

Robinson, Piers. "Theorizing the influence of media on world politics: Models of media influence on foreign policy." *European Journal of Communication* 16.4 (2001): 523–544.

Rosen, Cecilia, Lars Guenther, and Klara Froehlich. "The question of newsworthiness: A cross-comparison among science journalists' selection criteria in Argentina, France, and Germany." *Science Communication* 38, no. 3 (2016): 328–355.

Ross, Paula T., and Nikki L. Bibler Zaidi. "Limited by our limitations." *Perspectives on medical education* 8 (2019): 261–264.

Ruhrmann, Georg, Lars Guenther, Sabrina Heike Kessler, and Jutta Milde. "Frames of scientific evidence: How journalists represent the (un) certainty of molecular medicine in science television programs." *Public Understanding of Science* 24, no. 6 (2015): 681–696.

Shanteau, James. "Psychological characteristics and strategies of expert decision makers." *Acta psychologica* 68, no. 1-3 (1988): 203–215.

Shwed, Uri, and Peter S. Bearman. "The temporal structure of scientific consensus formation." *American sociological review* 75, no. 6 (2010): 817–840.

Steel, Daniel. *Philosophy and the precautionary principle*. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.

Stollorz, Volker. "Challenges for science journalism in the Corona pandemic—some observations about a mediated world event." *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz* 64 (2021): 70–76.

Tversky, Amos, and Daniel Kahneman. "Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases: Biases in judgments reveal some heuristics of thinking under uncertainty." Science 185.4157 (1974): 1124–1131.

Tversky, Amos, and Eldar Shafir. "The disjunction effect in choice under uncertainty." *Psychological science* 3, no. 5 (1992): 305–310.

Viswanath, Kasisomayajula, Kelly D. Blake, Helen I. Meissner, Nicole Gottlieb Saiontz, Corey Mull, Carol S. Freeman, Bradford Hesse, and Robert T. Croyle. "Occupational practices and the making of health news: A national survey of US health and medical science journalists." *Journal of health communication* 13, no. 8 (2008): 759–777.

Walker, Warren E., Peter Harremoës, Jan Rotmans, Jeroen P. van der Sluijs, Marjolein B.A. van Asselt, Peter Janssen, and Martin P. Krayer von Krauss. "Defining uncertainty: a conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support." *Integrated assessment* 4, no. 1 (2003): 5–17.

Weigold, Michael F. "Communicating science: A review of the literature." *Science communication* 23, no. 2 (2001): 164–193.