



Joël Mestre. Série «Prototips» (2015-2017).

PSEUDOCIÈNCIA I MALA CIÈNCIA EN BIOMEDICINA

ANÀLISI D'EVIDÈNCIES, RISCOS PER A LA SALUT I DIFUSIÓ MEDIÀTICA

GONZALO CASINO

La pseudociència (falsa ciència) i la ciència basada en estudis defectuosos i esbiaixats (mala ciència) produeixen coneixement fals o incert, sense proves o amb evidències de baixa qualitat. Ambdues representen un risc per a la salut: les teràpies basades en pseudociència, perquè poden reemplaçar o retardar els tractaments convencionals i la biomedicina de baixa qualitat perquè propicia intervencions mèdiques que poden ser perilloses. En la premsa, les teràpies alternatives tenen menor presència que les investigacions de baixa qualitat, mentre que l'enquadrament sol ser negatiu per a les primeres i positiu per a les segones. Ambdues necessiten estudis més complets i rigorosos per a comprendre millor els seus efectes negatius sobre el pensament crític, l'economia i la presa de decisions que afecten la salut.

Paraules clau: pseudociència, mala ciència, biomedicina, medicines complementàries i alternatives, comunicació científica.

L'immerescut predicament que té la pseudociència o falsa ciència és un efecte indesitjat del prestigi de la ciència moderna. Les falses ciències han proliferat a l'emparedada de la ciència com ho fa una falsificació a costa del producte original. En paral·lel, ha proliferat també el que se'n diu «mala ciència» o ciència de baixa qualitat metodològica. A pesar de les seues diferències, la pseudociència, que es fa passar per ciència sense ser-ho, i la mala ciència, que es presenta com a ciència rigorosa sense ser-ho, tenen en comú la producció d'idees i coneixement fals, incert o de baix grau de certesa. En ambdós casos, aquest coneixement no és l'ídem per a prendre decisions ben informades, especialment quan aquestes poden afectar la salut.

Com que en les xarxes i els mitjans de comunicació conviu la pseudociència amb la mala ciència, com que per a molta gent no és fàcil diferenciar els missatges de l'una i l'altra, i dels de la ciència de qualitat, i com que aquestes informacions poden ser nocives per a la salut, sembla justificat analitzar de manera conjunta la pseudociència i la mala ciència.

«LES FALSES CIÈNCIES HAN PROLIFERAT A L'EMPARA DE LA CIÈNCIA COM HO FA UNA FALSIFICACIÓ A COSTA DEL PRODUCTE ORIGINAL»

Hi ha moltes maneres de fer mala ciència, des de la falsificació de les dades fins a la mala praxi per acumulació d'errors i biaixos, tant de manera voluntària com involuntària. Però el problema de la mala ciència, popularitzat amb aquest nom per Ben Goldacre en una columna de *The Guardian* i en un llibre posterior (Goldacre, 2009), encara no està ben definit i caracteritzat.

Tot i que en grau variable, totes les modalitats de mala ciència comparteixen mancances i flaqueses en l'aplicació del mètode científic i es caracteritzen per oferir resultats incerts o de baixa confiança.

La pseudociència i la mala ciència, a pesar de les seues diferències tan radicals, tenen alguns efectes negatius comuns que afecten

la cultura, l'economia i el benestar de la ciutadania. Aquest article pretén revisar alguns d'aquests efectes, en concret la producció de coneixement fals, no provat o de baixa qualitat; els riscos potencials per a la salut de les teràpies pseudocientífiques i la mala ciència biomèdica, i la seua presència en la premsa, ja que els mitjans de comunicació són una via de difusió d'amb-

dós tipus de missatges. Aquest treball se centra en la biomedicina per tres raons: en l'àmbit mèdic abunden les teràpies pseudocientífiques, generalment denominades medicines alternatives i complementàries; encara que la medicina no és pròpiament una ciència, sinó més aviat una ciència aplicada o, si es vol, una tecnologia, la major part de la ciutadania la considera el prototip de la ciència (Bauer, 1998); i la biomedicina, és a dir, les disciplines clíniques més les ciències naturals i socials que constitueixen el corpus científic de la medicina, representa entorn de la meitat de la producció científica (Camí, Méndez-Vásquez i Suñén-Pinyol, 2008) i bona part de les notícies de ciència.

«LA PSEUDOCIÈNCIA I LA MALA CIÈNCIA TENEN EN COMÚ LA PRODUCCIÓ D'IDEES I CONEIXEMENT FALS, INCERT O DE BAIX GRAU DE CERTESA»

■ CONEIXEMENT INCERT O FALS

La medicina basada en l'evidència o en proves s'ha convertit des de la dècada de 1990 en la referència per a orientar la investigació biomèdica i la pràctica clínica. L'antítesi d'aquesta aproximació és la medicina que no es basa en proves científiques sinó en altres coses, com la tradició, l'experiència, la moda, l'autoritat, el màrqueting i la pseudociència. Enfront de la medicina basada en l'evidència (*evidence-based medicine*), cal distingir, d'una banda, les medicines complementàries i alternatives, que no es basen en proves científiques sinó en la pseudociència; i, d'altra, la medicina basada en proves esbiaixades (*evidence-biased medicine*), que si fa no fa és la mala ciència aplicada a la medicina.

De totes les possibles preguntes sobre la salut i la malaltia, la ciència biomèdica només ha donat resposta a un nombre reduït. Però aquestes respostes tenen un grau de certesa molt variable, que és necessari discriminar per a ajudar a prendre decisions que afecten la salut individual i col·lectiva. Amb aquest propòsit, a partir del 2004 s'ha anat consolidant com a estàndard el sistema GRADE (*Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation*, "Classificació de recomanacions, valoracions, desenvolupaments i avaluacions"), que permet jerarquitzar la qualitat de l'evidència sobre els efectes de les intervencions mèdiques en quatre categories: alta (implica que, per més estudis que es facen en el futur, la confiança en les estimacions dels efectes amb prou feines es modificarà), moderada (les estimacions podrien canviar amb nous estudis), baixa (és molt probable que les estimacions siguin distintes) i molt baixa (l'estimació de l'efecte d'una intervenció és incerta) (Guyatt et al., 2008). La categorització depèn no solament del fet que es tracte d'estudis experimentals

(assajos clínics) o observacionals (d'entrada, els assajos clínics tenen una qualitat alta i els estudis observacionals, baixa), sinó de diversos factors i biaixos que modifiquen la qualitat dels resultats. El GRADE es considera un sistema objectiu, exhaustiu i transparent per a jerarquitzar les evidències, la qual cosa permet discriminar la mala ciència o ciència de molt baixa qualitat.

Ni les medicines complementàries i alternatives ni la mala ciència aplicada a la medicina ofereixen dades fiables per a recomanar la realització d'intervencions mèdiques o prendre decisions que afecten la salut. Però la producció d'aquestes dades falses o incertes és molt diferent.

Medicina sense proves científiques

Les teràpies pseudocientífiques no sols es caracteritzen perquè la seua eficàcia i seguretat no ha estat generalment provada científicament (com exigeixen la FDA i



Quan algunes de les teràpies més populars, com és el cas de l'homeopatia o l'acupuntura, han estat sotmeses a assajos clínics controlats per al tractament de diferents malalties, generalment s'ha demostrat que l'eficàcia promesa era falsa.

l'EMA, les agències del medicament nord-americana i europea, respectivament), sinó també perquè els seus defensors ni tan sols troben que això siga necessari. Al contrari, consideren que el mètode científic no és aplicable als seus remeis i que basta amb el suport d'anècdotes i idees que ignoren els mecanismes biològics (Angell i Kassirer, 1998).

La majoria de les teràpies complementàries i alternatives no han estat sotmeses a assajos clínics per determinar-ne l'eficàcia i seguretat, per la qual cosa cal considerar que les seues promeses terapèutiques són idees no provades. Quan algunes de les teràpies més populars, com és el cas de l'homeopatia o l'acupuntura, s'han sotmeses a assajos clínics controlats per al tractament de diferents malalties, generalment s'ha demostrat que l'eficàcia promesa era falsa. En la majoria dels assajos clínics realitzats, l'eficàcia ha resultat ser semblant a la d'un placebo. En alguns casos i per a algunes malalties menors, uns pocs assajos han mostrat algunes evidències favorables sobre la seua eficàcia. Però, en general, es tracta d'assajos de baixa qualitat metodològica, per la qual cosa continuen faltant estudis de confirmació rigorosos (Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, 2011).

Si en algun moment alguna de les teràpies alternatives demostrara ser eficaç contra alguna malaltia, es convertiria automàticament en una teràpia basada en proves científiques i deixaria de ser una teràpia alternativa (Angell i Kassirer, 1998). Això, però, no s'ha esdevingut i aquestes teràpies cal considerar-les com a tractaments d'eficàcia no provada. Com diuen els editorialsistes del *The New England Journal of Medicine* Marcia Angell i Jerome Kassirer, només hi ha una medicina que ha estat provada adequadament i una altra que no ho ha estat, una medicina que funciona i una altra que podria o no podria funcionar.

Les teràpies d'eficàcia incerta no es troben només en el camp de la pseudociència. Certament, l'eficàcia de quasi la meitat de 3.000 tractaments utilitzats en la medicina convencional és desconeguda, segons una anàlisi dels assajos clínics controlats i aleatoritzats publicada en la web de la revista *BMJ Clinical Evidence*, una de les revistes associades al *British Medical Journal* (aquesta

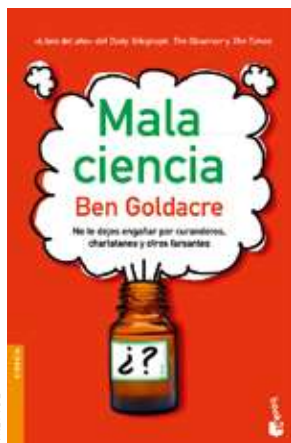
anàlisi no indica si els tractaments d'eficàcia desconeguda són més o menys utilitzats) (BMJ Publishing Group Limited, 2017) Però, a diferència del que ocorre en l'àmbit de les pseudociències, la comunitat científica reconeix que aquesta falta de proves és una mancança que s'ha de corregir.

Resultats falsos i evidències de baixa qualitat

El problema amb la mala ciència biomèdica no és tant la falta de proves com l'obtenció de resultats falsos o de baixa certesa en investigacions de mala qualitat. La publicació de l'article *Why most published research findings are false* (Ioannidis, 2005) mostra que la probabilitat d'obtenir resultats falsos augmenta, entre altres factors, amb l'escassetat d'estudis que aborden una pregunta d'investigació, la menor magnitud de l'efecte, l'existència de conflictes d'interessos i, en general, amb la major flexibilitat en el disseny, les definicions i les variables d'estudi. Aquest treball suggereix que la meitat dels resultats de la investigació biomèdica són falsos o són interpretats de manera inapropiada, amb importants biaixos a favor de prejudis. Encara que l'estudi d'Ioannidis ha rebut nombroses crítiques i matisacions (Djullbegovic i Hozo, 2007; Goodman i Greenland, 2007), la seva polèmica estimació ha significat un toc d'alerta en la consciència de la comunitat científica i ha desencadenat una cascada d'estudis sobre la qualitat de la investigació i la metaciència.

Una de les deficiències metodològiques més esteses en biomedicina és la interpretació dels resultats de la investigació basant-se només

en la significació estadística, típicament un valor p menor de 0,05 (Ioannidis, 2005). L'èmfasi posat en el valor p ha propiciat tècniques com el *p-hacking* o *data fishing* (seleccionar dades que no són significatives fins que resulten significatives) i ha inflat la ciència d'estudis irrellevants (Ioannidis, 2005), perquè la significació estadística no implica rellevància científica i, encara menys, clínica. Es calcula que, dels 50.000 articles que es publiquen cada any en les 110 principals revistes mèdiques, només uns 3.000 (6%) té una metodologia correcta i ofereix informació rellevant per a la pràctica clínica (Haynes, 2005).



El problema de la mala ciència, popularitzat amb aquest nom per Ben Goldacre en una columna de *The Guardian* i en un llibre posterior, encara no està ben definit i caracteritzat.

«ENFRONT DE LA
MEDICINA BASADA
EN L'EVIDÈNCIA, CAL
DISTINGIR LES MEDICINES
COMPLEMENTÀRIES
I ALTERNATIVES I LA
MEDICINA BASADA EN
PROVES ESBIAXADES»

A aquest problema s'ha sumat en els últims anys la constatació que moltes investigacions no són reproduïbles. Una enquesta de *Nature* entre 1.576 investigadors ha posat en relleu que per al 52% dels enquestats la ciència viu una crisi de reproductibilitat, encara que menys del 31% considera que la impossibilitat de reproduir els resultats implique que siguin falsos (Baker, 2016). L'enquesta suggereix que hi ha un gradient d'irreproductibilitat de menys a més des de la química, la física i l'enginyeria fins a la biologia, la medicina i altres disciplines. Entre els factors que expliquen aquest problema figuren els defectes en el disseny de l'estudi, la publicació selectiva de resultats, els errors en l'anàlisi estadística, la selecció de mostres no representatives i altres deficiències metodològiques, a més de les limitacions de la revisió d'experts.

La dietètica com a exemple

Una àrea especialment procliu a la mala ciència i la pseudociència és la dietètica. La influència de la dieta sobre la salut es fa molt difícil de controlar en els estudis epidemiològics; a més, moltes de les investigacions estan patrocinades per la indústria alimentària, la coneguda com a *Big Food*, per la qual cosa hi ha importants conflictes d'interessos. Especialment eloqüents són els resultats dels estudis observacionals sobre dieta i càncer, perquè per a quasi tots els aliments és possible trobar tant estudis que els associen amb un augment del risc de càncer com estudis que els associen amb una reducció del risc (Schoenfeld i Ioannidis, 2013).

La dieta està considerada com un element central de la salut, però moltes de les preguntes sobre dietètica no tenen resposta científica. Les proves existents solen ser de baixa o molt baixa qualitat, perquè la majoria d'estudis sobre nutrició són observacionals i aquests tenen, de partida, una confiança baixa. Per això, no és infreqüent que els dietistes i nutricionistes s'extralimiten a l'hora de fer recomanacions en nom de la ciència. Per a Goldacre (2009, p. 86), cometen quatre errors en interpretar la literatura científica: extrapolen resultats de laboratori per a fer afirmacions sobre la dieta humana; extrapolen dades observacionals per a formular intervencions dietètiques; arpleguen selectivament les evidències (*cherry picking*), i parlen de proves científiques que en realitat no existeixen.

Aquesta manca de proves, deguda en part a les dificultats intrínseques de la investigació en nutrició, a la baixa qualitat de l'evidència i als conflictes d'interessos, facilita la proliferació de dietes miraculoses i re-

comanacions dubtoses o pseudocientífiques, que poden tenir repercussions negatives sobre la salut.

■ RISCOS PER A LA SALUT

El tractament d'algunes malalties mitjançant medicines alternatives i complementàries no està exempt de riscos per al pacient (Angell i Kassirer, 1998). A Espanya, de les 139 teràpies d'aquest tipus identificades pel Ministeri de Sanitat (2011), 34 poden representar algun risc per a la salut. Aquest risc és especialment important en el cas de malalties greus, com és el cas del càncer, en què les demores en el tractament o el rebuig de les teràpies convencionals a favor d'altres alternatives pot fins i tot posar en risc la vida.

Un estudi fet recentment en pacients amb càncer que trien inicialment ser tractats amb teràpies alternatives ha mostrat que tenen un risc més elevat de mort que aquells malalts que recorren des d'un principi als tractaments convencionals (quimioteràpia, radioteràpia, cirurgia i/o teràpia hormonal) (Johnson, Park, Gross i Yu, 2018). L'estudi, realitzat amb pacients dels quatre tipus de càncer més freqüents (pit, pròstata, pulmó i intestí), mostra que els pacients de càncer de pit tenien un risc de mort cinc vega-

«LES TERÀPIES D'EFICÀCIA
INCERTA NO ESTAN
NOMÉS EN EL CAMP DE LA
PSEUDOCIÈNCIA»



La influència de la dieta sobre la salut és fa molt difícil de controlar en els estudis epidemiològics. Especialment eloqüents són els resultats dels estudis observacionals sobre dieta i càncer, perquè per a quasi tots els aliments és possible trobar tant estudis que els associen amb un augment del risc de càncer com estudis que els associen amb una reducció del risc.



Una enquesta de *Nature* suggereix que hi ha un gradient d'irreproductibilitat de menys a més des de la química, la física i l'enginyeria fins a la biologia, la medicina i altres disciplines.

des major; els d'intestí, quatre vegades major, i els de pulmó dues vegades major, mentre que els de pròstata tenien un risc semblant.

Els riscos per a la salut de la mala ciència en biomedicina han estat menys estudiats que els de les medicines complementàries i alternatives. Però un exemple dels riscos potencials que planteja el tenim en la utilització de la teràpia hormonal substitutiva en la dècada dels noranta. Encara que aquest tractament estava avalat per estudis observacionals que indicaven que reduïa el risc vascular, calgué esperar fins ja entrat el segle XXI per a constatar que això no era així i que la teràpia hormonal comportava riscos per a la salut que no compensaven els beneficis que proporcionava en molts casos. Si haguera existit GRADE en aquella època, s'hauria pogut constatar que les evidències eren de molt baixa qualitat, perquè provenien d'estudis observacionals amb resultats inconsistents (Guyatt et al., 2008). I aquesta teràpia, que encara estava en assajos clínics, no hauria estat tan àmpliament recomanada per metges i associacions científiques basant-se en la mala ciència.

■ DIFUSIÓ MEDIÀTICA

Encara que entre pseudociència i mala ciència hi ha una diferència epistemològica clara, en la pràctica els

límits són borrosos per al ciutadà, perquè en Internet conviuen els missatges pseudocientífics amb els basats en la ciència mal feta. Bona part de la ciutadania no té criteri per a identificar-los i queda exposada a aquestes dues potencials amenaces. Els mitjans de comunicació, que representen un filtre de qualitat de la informació, no acaben de complir aquesta funció. D'una banda, la falta de cultura científica entre els responsables dels mitjans de comunicació facilita la propagació de les pseudociències (Cortiñas-Rovira, Alonso-Marcos, Pont-Sorribes i Escribà-Sales, 2015). I, d'altra banda, els comunicadors i els periodistes contribueixen a propagar els resultats falsos i la mala ciència (Dumas-Mallet, Smith, Boraud i Gonon, 2017; Sumner et al., 2016).

La pseudociència en la premsa

La presència de les pseudociències en els mitjans de comunicació ha estat estudiada de manera superficial i fragmentària. Pel que fa a les medicines alternatives i complementàries, la seua visibilitat en la premsa espanyola sembla poc rellevant. De les cinc teràpies més utilitzades a Espanya (Ministeri de Sanitat, Política Social i Igualtat, 2011), el ioga és l'única que té una certa cobertura en premsa digital; les quatre següents (acupuntura, quiropràctica, homeopatia i reflexologia) tenen una presència molt baixa (Moreno-Castro i Lopera-Pareja, 2016).

En la premsa de qualitat i de major circulació al Regne Unit i Espanya, la presència de textos que aprofundeixen en la discussió sobre l'eficàcia i la innocuïtat de l'homeopatia és escassa (amb prou feines un article mensual). La majoria d'aquests textos periodístics es posicionen contra la suposada eficàcia i innocuïtat de l'homeopatia. No obstant això, aquests mitjans mostren un compromís més aviat dèbil per traslladar a la ciutadania un debat rigorós sobre l'homeopatia (Escribà-Sales, Cortiñas Rovira i Alonso-Marcos, 2015).

Una anàlisi en la premsa australiana del tractament de les medicines complementàries i alternatives mostra una presència discreta d'aquestes teràpies i un enfocament desigual. Els enquadraments positius són dues vegades més freqüents que els negatius; els més habituals són el que les presenta com a medicines complementàries, però no alternatives als tractaments convencionals, i el que les presenta com a medicines normals i necessàries. Menys freqüents són els enfocaments que posen èmfasi en els seus riscos potencials per a la salut o les presenten com a xarlatanisme interessat i perillós (Mercurio i Elliott, 2011)

«UNA ÀREA ESPECIALMENT PROCLIU A LA MALA CIÈNCIA I LA PSEUDOCIÈNCIA ÉS LA DIETÈTICA»



La mala ciència en la premsa

Encara que no hi ha estudis específics sobre la mala ciència en la premsa, sí que hi ha dades indirectes que mostren que els estudis de major qualitat no són precisament els que més rellevància tenen en els periòdics d'informació general. Entre les notícies de biomedicina que ixen en portada dels periòdics predominen les que informen sobre investigacions de menor qualitat: el 46% es refereixen a estudis observacionals enfront del 21% sobre assajos clínics i el 3% sobre revisions sistemàtiques d'assajos clínics; la resta són notícies que tracten d'estudis amb animals o de laboratori (17%) i opinions d'experts (14%) (Lai i Lane, 2009).

Siga més o menys encertada l'estimació d'Ioannidis (2005), que la meitat dels resultats de la investigació són falsos, el que sembla clar és que la proporció de notícies falses sobre investigació és encara major. Mentre que la ciència recela dels estudis més nous, precisament perquè tenen més probabilitats de ser falsos, el periodisme els busca i els presta una major atenció. Aquesta preferència dels mitjans de comunicació pels resultats més nous i menys contrastats facilita la concentració i propagació de la mala ciència (Dumas-Mallet et al., 2017). A més, tant els comunicadors que elaboren les notes de premsa com els periodistes afegeixen un element extra de falsedat per la tendència que tenen a exagerar els resultats de la investigació (Sumner et al., 2014).

El cas de la cobertura periodística de la síndrome de déficit d'atenció amb hiperactivitat mostra aquesta tendència periodística a informar sobre resultats inicials i incerts que, amb el temps, acaben resultant falsos (Gonon, Konsman, Cohen i Boraud, 2012).

■ DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

Tant les pseudociències com la mala ciència ofereixen coneixement incert o fals sobre la biomedicina en general i les intervencions mèdiques en particular. La comunitat científica és conscient del perill que representen les pseudociències i comença a adonar-se també que la mala ciència és una amenaça per al coneixement científic; representa un important malbaratament de recursos —s'estima que el 85% de la despesa global en investigació es malgasta en estudis redundants i mal dissenyats (Chalmers i Glasziou, 2009)— i pot comportar també riscos per a la salut.

A diferència de la pseudociència, la ciència és auto-correctiva i ha posat en marxa estudis i iniciatives per discriminar la qualitat de l'evidència, pal·liar la crisi de reproductibilitat i reduir la mala ciència. Encara que aquest moviment topa amb les lògiques resistències, ja hi ha propostes encaminades a posar més èmfasi en



MÈTODE

De les cinc teràpies més utilitzades a Espanya, el ioga és l'única que té una certa cobertura en premsa digital; l'acupuntura, la quiropràctica, l'homeopatia i la reflexologia tenen una presència molt baixa.



MÈTODE

En la premsa de qualitat i de major circulació al Regne Unit i Espanya, la presència de textos que aprofundeixen en la discussió sobre l'eficàcia i la innocuïtat de l'homeopatia és escassa.

«ELS MITJANS DE COMUNICACIÓ MOSTREN UN COMPROMÍS MÉS AVIAT DÈBIL PER TRASLLADAR A LA CIUTADANIA UN DEBAT RIGORÓS SOBRE L'HOMEOPATIA»

la metodologia i canviar el sistema d'incentius dels investigadors, entre altres aspectes (Munafò et al., 2017).

Falten estudis sobre com afecten les pseudociències i la mala ciència a la difusió del coneixement científic i al desenvolupament del pensament crític. Els estudis disponibles sobre els riscos potencials per a la salut són així mateix escassos i limitats, especialment per a descriure i explicar la transcendència de la mala ciència i les evidències de qualitat baixa i molt baixa en la presa de decisions i la formulació de recomanacions mèdiques. I falten també estudis més complets i rigorosos per a conèixer l'impacte que tenen les pseudociències i la mala ciència en els mitjans de comunicació i les xarxes socials, on ambdós tipus de missatges es mesclen i confonen. Analitzar aquests tres aspectes, entre altres, té interès per raons teòriques i pràctiques, perquè tant les pseudociències com la mala ciència repercuteixen negativament sobre la cultura, l'economia i el benestar dels ciutadans. En aquest context, interessaven també els estudis comparats, perquè hi ha indicis que el problema de la mala ciència podria ser més greu que el que plantegen les pseudociències. ☺

«MENTRE QUE LA CIÈNCIA
RECELA DELS ESTUDIS MÉS
NOUS, EL PERIODISME ELS
BUSCA I ELS PRESTA UNA
MAJOR ATENCIÓ»

REFERÈNCIES

Angell, M., & Kassirer, J. P. (1998). Alternative medicine: The risks of untested and unregulated remedies. *The New England Journal of Medicine*, 339(12), 839–841. doi: 10.1056/NEJM199809173391210

Baker, M. (2016). 1,500 scientists lift the lid on reproducibility. *Nature*, 533(7604), 452–454. doi: 10.1038/533452a

Bauer, M. (1998). The medicalization of science news: From the “rocket-scalpel” to the “gene-meteorite” complex. *Social Science Information*, 37(4), 731–751. doi: 10.1177/053901898037004009

BMJ Publishing Group Limited. (2017). What conclusions has *Clinical Evidence* drawn about what works, what doesn't based on randomised controlled trial evidence? Consultat el 4 de setembre, 2017, en <http://clinicalevidence.bmj.com/x/set/static/cms/efficacy-categorisations.html>

Camí, J., Méndez-Vásquez, R. I., & Suñén-Pinyol, E. (2008). Evolución de la productividad científica de España en biomedicina (1981-2006). *Redes*, 10, 24–29. Consultat en https://www.medicamentos-innovadores.org/sites/default/files/medinnovadores/EspaC3%B1ol/Publicaciones/Revista%20Redes/Marzo%202008/REDES_10.pdf

Chalmers, I., & Glasziou, P. (2009). Avoidable waste in the production and reporting of research evidence. *The Lancet*, 374(9683), 86–89. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60329-9

Cortiñas-Rovira, S., Alonso-Marcos, F., Pont-Sorribes, C., & Escribà-Sales, E. (2015). Science journalists' perceptions and attitudes to pseudoscience in Spain. *Public Understanding of Science*, 24(4), 450–465. doi: 10.1177/0963662514558991

Djulgovic, B., & Hozo, I. (2007). When should potentially false research findings be considered acceptable? *PLoS Medicine*, 4(2), 0211–0217. doi: 10.1371/journal.pmed.0040026

Dumas-Mallet, E., Smith, A., Boraud, T., & Gonon, F. (2017). Poor replication validity of biomedical association studies reported by newspapers. *PLoS ONE*, 12(2), e0172650. doi: 10.1371/journal.pone.0172650

Escribà-Sales, E., Cortiñas Rovira, S., & Alonso-Marcos, F. (2015). La pseudociencia en los medios de comunicación: Estudio de caso del tratamiento

de la homeopatía en la prensa española y británica durante el período 2009-2014. *Panace@*, 16(42), 177–183.

Goldacre, B. (2009). *Bad science*. London: Harper Perennial.

Gonon, F., Konsman, J. P., Cohen, D., & Boraud, T. (2012). Why most biomedical findings echoed by newspapers turn out to be false: The case of attention deficit hyperactivity disorder. *PLoS ONE*, 7(9), e44275. doi: 10.1371/journal.pone.0044275

Goodman, S., & Greenland, S. (2007). Why most published research findings are false: Problems in the analysis. *PLoS Medicine*, 4(4), e168. doi: 10.1371/journal.pmed.0040168

Guyatt, G. H., Oxman, A. D., Vist, G. E., Kunz, R., Falck-Ytter, Y., Alonso-Coeillo, P., & Schünemann, H. J. (2008). GRADE: An emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *British Medical Journal*, 9(1), 8–11. doi: 10.1136/bmj.39489.470347.AD

Haynes, R. B. (2005). Bmjupdates+, a new free service for evidence-based clinical practice. *Evidence-Based Mental Health*, 8(3), 62–63. doi: 10.1136/ebmh.8.3.62

Ioannidis, J. P. A. (2005). Why most published research findings are false. *PLoS Medicine*, 2(8), e124. doi: 10.1371/journal.pmed.0020124

Johnson, S. B., Park, H. S., Gross, C. P., & Yu, J. B. (2018). Use of alternative medicine for cancer and its impact on survival. *Journal of the National Cancer Institute*, 110(1), 1–4. Publicació prèvia en línia. doi: 10.1093/jnci/djx145

Lai, W. Y. Y., & Lane, T. (2009). Characteristics of medical research news reported on front pages of newspapers. *PLoS ONE*, 4(7), e6103. doi: 10.1371/journal.pone.0006103

Mercurio, R., & Elliott, J. A. (2011). Trick or treat? Australian newspaper portrayal of complementary and alternative medicine for the treatment of cancer. *Supportive Care in Cancer*, 19(1), 67–80. doi: 10.1007/s00520-009-0790-4

Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. (2011). *Análisis de situación de las terapias naturales*. Madrid: MSPSI. Consultat en <http://www.mspsi.gob.es/novedades/docs/analisisSituacionTNatu.pdf>

Moreno-Castro, C., & Lopera-Pareja, E. H. (2016, 26-28 abril). *Comparative study of the frequency of use of natural therapies among the Spanish population and their public image on digital media*. 14th International Conference on Public Communication of Science and Technology (PCST), Istanbul, Turquia. Consultat en <https://pcst.co/archive/paper/2623>

Munafò, M. R., Nosek, B. A., Bishop, D. V. M., Button, K. S., Chambers, C. D., Percie du Sert, N., ... Ioannidis, J. P. A. (2017). A manifesto for reproducible science. *Nature Human Behaviour*, 1(1), 21. doi: 10.1038/s41562-016-0021

Schoenfeld, J. D., & Ioannidis, J. P. A. (2013). Is everything we eat associated with cancer? A systematic cookbook review. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 97(1), 127–134. doi: 10.3945/ajcn.112.047142

Sumner, P., Vivian-Griffiths, S., Boivin, J., Williams, A., Bott, L., Adams, R., ... Chambers, C. D. (2016). Exaggerations and caveats in press releases and health-related science news. *PLoS ONE*, 11(12), e0168217. doi: 10.1371/journal.pone.0168217

Sumner, P., Vivian-Griffiths, S., Boivin, J., Williams, A., Venetis, C. A., Davies, A., ... Chambers, C. D. (2014). The association between exaggeration in health related science news and academic press releases: Retrospective observational study. *British Medical Journal (Clinical Research Edition)*, 349(dec09_7), g7015. doi: 10.1136/bmj.g7015

AGRAÏMENTS

Aquest treball s'emmarca en el projecte Pseudociència i societat a Espanya. Anàlisi de les estratègies comunicatives usades per la pseudociència per a la seua inserció social: mètodes, discursos i usuaris (PYSOCE) (CSO 2014-54614; 2015-2017), finançat pel Ministeri d'Economia, Indústria i Competitivitat.

Gonzalo Casino. Doctor en Medicina, professor de periodisme científic, investigador del Grup de Recerca en Comunicació Científica (GRECC) i director de projectes de l'Observatori de la Comunicació Científica (OCC) en la Universitat Pompeu Fabra, Barcelona (Espanya). Exerceix també com a periodista científic i ha estat coordinador de la informació de salut d'*El País* durant més d'una dècada.