

Nanotecnologia i Bioètica Global

Nanotecnología y Bioética Global

Nanotechnology and Global Bioethics

M.J. Buxó i M. Casado (Coords.)





# NANOTECNOLOGIA I BIOÈTICA GLOBAL

M.J. Buxó i M. Casado (Coords.)

Elaborat pel Grup d'Opinió de  
*l'Observatori de Bioètica i Dret*  
Parc Científic de Barcelona

*Barcelona, setembre de 2010*

## **OBSERVATORI DE BIOÈTICA I DRET**

Baldri Reixac, 4  
Torre D, 4rt  
08028 - Barcelona  
Tel./Fax: 93 403 45 46  
obd@pcb.ub.es  
www.bioeticaidret.cat  
www.bioeticayderecho.ub.es  
www.bioethicsandlaw.es

*Imprimeix:* Signo Impressió Gràfica, sa  
C. Múrcia, 54 d, Pol. Ind. Can Calderon  
08830 Sant Boi de Llobregat - Barcelona

Dipòsit Legal: B - 36.138 - 2010

---

## PRESENTACIÓ

*El Grup d'Opinió de l'Observatori de Bioètica i Dret es va crear el 1996 per donar resposta a les qüestions bioètiques suscidades pels avenços en biotecnologia i biomedicina, les implicacions ètiques, socials i jurídiques dels quals són motiu de debat públic en contextos plurals.*

*Actualment, aquest debat s'ha estès a l'àmbit de la nanociència i la nanotecnologia, en el qual tant la investigació com les possibles aplicacions plantegen reptes bioètics que desafien problemàtiques prèvies. Del seu impacte és notori el fet que s'hagi encunyat una nova denominació, la nanoètica, com una forma d'ètica aplicada a aquest desenvolupament tecnocientífic. No obstant això, i malgrat la complexitat interdisciplinària, intersocial i interjurídica del fenomen i la marcada èmfasi en l'avaluació del risc, les qüestions ètiques que s'hi susciten romanen en el territori de la naturalesa i la identitat humanes, la justícia social i les desigualtats socioeconòmiques, la privadesa i l'autonomia, així com la bioseguretat avui i en el futur de les noves generacions. La convergència i l'amplitud de projectes, les propietats potencials de materials i productes, la variabilitat d'aplicacions en contextos clínics i ambientals múltiples, genera impactes de risc i conflictes de justícia distributiva difícils de dilucidar precisament perquè no són nano sinó de magnitud bioètica. Per tant, l'enfocament s'ha de centrar en l'especificitat dels problemes i conflictes que la Bioètica defineix, però identificats i analitzats en un marc transversal que impliqui els sectors de la investigació, els poders públics, la indústria, els mitjans de comunicació i la ciutadania. Altrament no seria possible assolir la transparència informativa sobre la investigació i el desenvolupament, el finançament i les patents, les regulacions de seguretat en aplicacions diverses i l'avaluació dels productes, qüestions que requereixen d'un marc bioètic de col·laboració a fi d'aconseguir debats informats i l'adopció de possibles decisions normatives.*

*La nanociència i la nanotecnologia investiguen la formació d'estructures i les propietats de la matèria a escala nanomètrica, això és, entre 1 i 100 nanòmetres. La manipulació de grandàries i formes així com la reactivitat, la conductivitat i la resistència dels nanomaterials permeten desenvolupar nanopartícules, nanotubs, fullerenes, nanocables, nanosensors i les seves combinacions en nanoobjectes, les aplicacions dels quals s'estenen a la salut, el medi ambient, l'energia i la comunicació. Constitueixen, per tant, una plataforma tecnològica sense precedents no només per la convergència interdisciplinària, que integra la química, la física, la biologia molecular, la ciència dels materials, l'optoelectrònica, la informàtica i les ciències cognitives, entre altres, sinó per l'amplitud dels projectes d'investigació multipropòsit*

*així com les aplicacions a la manufactura de productes nanotecnològics en tots els sectors industrials. Són ja més de seixanta els països que tenen en marxa projectes i programes d'investigació nanotecnològica, finançats amb fons públics i privats, amb xifres milionàries que impliquen una alta competitivitat en la consecució de les patents més profitoses i que comporten interessos industrials i comercials significatius, els productes dels quals ja no són una aposta sinó que s'estimen en més de sis-cents els que es poden trobar actualment en el mercat.*

*Ara bé, de tota aquesta convergència tecnològica i la seva aplicació pluripotencial el que sobretot preocupa és la miniaturització dels components ja que a escala nano les propietats dels materials es comporten de forma distinta a la macroscòpica, i això obre la caixa dels riscos derivats dels efectes incidentals, com la toxicitat, i la dificultat actual de no controlar la traçabilitat, la biocompatibilitat i la biodegradació dels materials inerts i els nanoproduccions en tractaments clínics, contextos laborals i d'investigació i en el medi ambient en general. En especial, són llacunes en la detecció dels impactes i l'avaluació dels riscos la manca d'informació estandarditzada sobre el cicle vital dels nanomaterials i els seus productes, sobre el seguiment de la seguretat en els processos d'investigació i manufacturació, així com l'establiment de regulacions d'avaluació i control transversals que connectin els centres d'investigació i la indústria, tant a escala nacional com internacional. Certament, les apostes pels beneficis de la nanotecnologia coincideixen cada vegada més amb els avenços resultants en els projectes d'investigació i el desenvolupament de nanoproduccions; no obstant això, aquest èxit creixent té molt territori per recórrer pel que fa a identificar les problemàtiques concretes i canalitzar bioèticament les seves implicacions socioeconòmiques i jurídiques.*

*Aquest Document tracta de:*

- identificar els problemes i els conflictes bioètics derivats dels riscos de l'aplicació de la nanotecnologia en l'àmbit de la biomedicina, el medi ambient i la bioseguretat, així com les conseqüències en termes d'afectació de béns, valors i drets, com són la qualitat de vida, l'equitat, la privadesa i la seguretat;*
- advertir sobre les implicacions ètiques, socials i jurídiques –en prioritzar línies d'investigació, decidir el finançament, entre altres– a fi d'orientar les recomanacions cap a la prudència, la seguretat i la responsabilitat dels actors implicats en els sistemes experts i la ciutadania en general, i*

- 
- *potenciar el diàleg entre els centres d'investigació, les institucions de govern, les indústries i la societat perquè el coneixement científic i l'avaluació de les aplicacions nanotecnològiques es faci amb criteris i arguments que avalin un debat transparent i eficaç. I, a més, incloure en aquest intercanvi els mitjans de comunicació, tant perquè incorporen en el seu repertori la difusió selectiva de notícies científiques com per la seva incidència en la generació d'opinió pública.*

*Des del 2004, el grup d'investigació de l'Observatori de Bioètica i Dret ha participat en una xarxa d'excel·lència europea en Nanotecnologia, Nano2life, en el Projecte A Network for Bringing Nanotechnologies to Life, i en el Comitè de direcció Wordpackage on Ethics (WP4) del Parc Científic de Barcelona. I des del 2007 desenvolupa un projecte del Ministeri de Ciència i Innovació titulat Nanobiolaw: implicacions ètiques, socials i jurídiques de les Nanotecnologies, i col·labora amb l'Àrea de Comunicació del PCB en l'organització d'exposicions amb la finalitat d'incrementar la difusió pública d'aquests avenços i les seves aplicacions i estimular el debat públic informat.*

*Finalment, com a resultat d'aquests treballs acadèmics i activitats de difusió, el Grup, coordinat en aquesta ocasió per la Dra. Maria Jesús Buxó i la Dra. María Casado, presenta aquest Document d'Opinió sobre nanotecnologia i bioètica amb la voluntat d'incrementar la connexió responsable entre els actors i els sectors implicats en la investigació i el desenvolupament de la nanotecnologia i potenciar així una bioètica global que garanteixi el respecte dels drets fonamentals.*





---

## PREÀMBUL

La nanociència i la nanotecnologia constitueixen una fusió de coneixements i metodologies cohesionats per l'estudi, la manipulació i la fabricació de materials i estructures funcionals a escala nanomètrica. Com a referència, els àtoms tenen diàmetres d'unes poques desenes o centèsimes de nanòmetre, la doble hèlix d'ADN fa 2 nanòmetres d'ample, un virus mitjà 75 i el cap d'una agulla un milió. Així, l'apel·latiu nano no fa referència a objectes, sinó a l'escala i característiques dels materials –grandària de la partícula, superfície, cobertura, i agregats– la manipulació dels quals requereix instruments potents com el microscopi de força atòmica (AFM) i l'escàner d'efecte túnel (STM), així com altres instruments i programes com són les pinces òptiques i els simuladors de comportament molecular. Això permet fer intervencions de baix a dalt mitjançant la manipulació de nanopartícules per a la producció de noves estructures i funcions, així com de dalt a baix mitjançant la reducció de peces de matèria a la dimensió nanomètrica; i tot això orientat a comprendre nous fenòmens i a controlar i activar propietats físiques, químiques, electròniques, mecàniques i biològiques. Els seus avantatges no es limiten a la grandària, sinó que, a aquesta escala, s'incrementa la resistència, la reactivitat, la conductivitat, la flexibilitat, la lleugeresa, i amb això l'eficiència energètica i la biocompatibilitat dels materials i dispositius en cèl·lules i teixits.

Aquests avenços es presenten com l'expressió més àmplia, complexa i prometedora de l'I+D per al progrés de la ciència i la tecnologia i, en conseqüència, per al benefici de la societat, la conservació del medi ambient i la sostenibilitat energètica i econòmica. Les seves aplicacions i la innovació de productes abasten els sectors de la salut, l'energia, la comunicació, l'automoció, l'òptica, l'electrònica, l'alimentació i la cosmètica, entre altres. No només les empreses duen el terme *nano* en el seu nom, i l'assignen als seus productes, sinó que constitueix un apel·latiu aplicable a diverses branques del saber com la nanomedicina. Per exemplificar en l'àmbit de la salut, els productes i les aplicacions bionanotecnològiques inclouen:

- la nanocirurgia, que es beneficia dels microscopis de força atòmica per manipular agulles nanomètriques que penetren les membranes cel·lulars i nuclears;
- la medicina regenerativa, amb aplicacions nanotecnològiques de cèl·lules troncales per a l'enginyeria de teixits, i implants ossis, entre altres;

- la detecció precoç i el diagnòstic amb tècniques d'imatge que empren nano-recursos de contrast com els *quantum dots*, i els biosensors nanomètrics per monitoritzar l'anàlisi de paràmetres bioquímics en fluids o teixits biològics;
- l'ús de nanopartícules vehiculades magnèticament per eliminar cèl·lules cancerígenes mitjançant hipertèrnia, així com la dosificació de fàrmacs com medicaments que facilitin l'absorció i fins i tot la penetració per via transdèrmica i que, a més, es puguin dirigir a òrgans diana.

Entre els múltiples beneficis de l'impacte nanotecnològic en destaca la sostenibilitat mediambiental i econòmica, augurant una de les oportunitats més sòlides de creixement a tot el món, disminuint i eliminant la contaminació de l'aigua (remediació), incrementant l'eficiència energètica, optimitzant l'emmagatzematge i l'embalatge de llarga durada de productes aptes per al consum i, també, per constituir un dels motors més fermes per al desenvolupament industrial i comercial de base tecnològica.

No obstant l'excel·lència científica, la competència tecnològica, la competitivitat industrial i els objectius socials, l'alteració de les propietats dels materials a aquesta escala i la complexitat de les tècniques de manipulació en la investigació i el seu desenvolupament plantegen nombroses qüestions relatives als riscos i l'aplicació del principi de precaució.

Els riscos se situen en la modificació de les propietats i el cicle de vida dels nanomaterials, així com en la detecció i el control dels productes i els dispositius nanomètrics en interacció amb organismes complexos per ingestió, inhalació, injecció, via transdèrmica i implants. Així, la toxicitat, la traçabilitat i la biodegradació poden afectar tot el procés operatiu dels materials, des de la seguretat dels investigadors i els treballadors de la indústria fins als futurs usuaris d'aquests productes i la connexió amb el medi ambient i la cadena alimentària a través d'altres organismes vius, en dispersió i persistència. I tot això s'entrecrua amb altres riscos socioeconòmics derivats dels interessos financers i l'acceptació dels futurs consumidors. Les inversions en aquest sector i els interessos del mercat farmacològic i instrumental són tan grans que hi ha una enorme preocupació no només per no detectar a temps riscos de toxicitat i traçabilitat, sinó també per no saber establir regulacions de justícia distributiva a temps, ja que, si bé fins a ara el problema era l'exclusió dels tractaments mèdics a països tercers, ara, la productivitat a gran escala pot plantejar contradiccions de distribució exagerada amb la finalitat d'abaratir costos.

---

En desenvolupaments tecnocientífics anteriors –com les aplicacions potencials dels organismes genèticament modificats, de les cèl·lules mare embrionàries, i altres – les promeses de benefici no sempre van anar acompanyades de la difusió pública de l'anàlisi i la valoració dels riscos, la qual cosa va generar tot tipus de reserves i crítiques per part d'organitzacions ambientalistes i de consumidors que duren fins avui. No obstant això, ara, l'entorn de la plataforma nanotecnològica –centres d'investigació, universitats i agències governamentals i no governamentals, nacionals i internacionals– ha incorporat d'entrada l'avaluació del risc com una part de la proposta i seguiment dels projectes d'investigació així com dels criteris d'admissió en la concessió de patents. Així, els centres d'investigació no solament orienten els projectes cap a una nanotecnologia responsable i sostenible a fi de garantir l'ús segur de les nanopartícules, els materials nanoestructurats des de la producció fins a l'eliminació, sinó també les agències governamentals i les associacions empresarials emeten informes en els seus webs i desenvolupen guies voluntàries de conducta, de la qual cosa es fan ressò les revistes especialitzades en editorials i articles.

Certament, aquesta actitud correspon a la maduresa creixent de l'ètica de la investigació inherent a l'aprovació dels projectes i a la deontologia professional. I, en aquest sentit, també s'atén a la demanda d'estimular la transparència informativa envers la societat. Tot això constitueix un valor afegit, car la consideració i la gestió dels riscos potencials en pro de la seguretat pública contribueix a promoure el finançament públic i privat i és una garantia per al desenvolupament d'aplicacions comercials, la qual cosa té molt a veure amb la seva acceptació pública.

Aquesta sensibilitat ètica i la formalització de protocols d'investigació van acompanyades d'un renovat interès per l'anàlisi crítica dels riscos derivats de la investigació i el desenvolupament. En diversos informes institucionals i científics es reconeix que existeix una gran dispersió entre disciplines i subcamps, la qual cosa impedeix disposar d'aproximacions sistemàtiques i comparades a fi d'examinar la toxicologia, la traçabilitat i la biodegradació dels nanomaterials en les diferents formes de biointeractivitat, bé sigui per exposició, absorció gastrointestinal, pulmonar i altres, o bé –ja en el sistema circulatori– per la seva capacitat de franquejar les barreres hematoencefàlica, placentària i hematoespermatàtica.

La complexitat de factors que concorren en la toxicitat i les limitacions experimentals dificulten l'establiment, la identitat o l'especificitat i el càlcul del risc

nanotecnològic, però també la manca d'una convergència en les metodologies i els laboratoris de control de la toxicitat, des de l'experimentació fins a la producció. La toxicitat depèn de factors múltiples que inclouen la grandària, la superfície, la composició química, la forma, l'agregació, la cobertura i la solubilitat, així com les vies d'exposició i pol·lució que també varien segons siguin perllongades en el temps o esporàdiques. En l'experimentació, les proves es realitzen gairebé exclusivament *in vitro* sense comptar amb estudis suficients i proves *in vivo* que aportin dades comparatives. A aquesta limitació s'hi afegeix la manca de classificacions, metodologies i protocols experimentals estandaritzats per examinar el cicle de vida dels nanomaterials i avaluar la confiança en els estudis clínics.

Cal destacar que en alguns països ja es prenen mesures per estandaritzar i regular els nanomaterials i les nanopartícules, en institucions com la *American National Standards Institute* (ANSI), el *International Council on Nanotechnology* (ICON), la *US Environmental Protection Agency* (EPA), així com la *International Organization for Standardization* (ISO) i altres associacions no governamentals i ambientalistes. No obstant això, hi ha un baix perfil de resposta en la coordinació informativa de les institucions d'investigació i els parcs empresarials, però també entre països, per no dir a escala global, ja que aquesta interconnexió ha d'implicar també les potències emergents (Xina, Índia, Brasil, Rússia) on amb molta probabilitat es manufacturaren gran part dels productes basats en avenços nanotecnològics. És remarcable l'esforç que ha dut a terme l'OCDE per activar un grup de treball sobre l'enginyeria de nanomaterials a escala internacional, encara que d'entre els països emergents només n'inclouï la Xina.

La qüestió se centra en que les disciplines, els investigadors i les indústries no constitueixen un grup homogeni, la qual cosa fa que cadascú mantingui els principis deontològics que corresponen a les seves especialitats específiques així com les regulacions de seguretat propis de cada disciplina i sector industrial, tant en els laboratoris com en la comercialització. I el repté és, justament, dirimir quines recomanacions convé proposar no havent-hi, com s'ha dit, un coneixement unificat i connectat de la nanotecnologia, ni sent la miniaturització de l'escala el problema bioètic, sinó la magnitud de les inconnexions entre els laboratoris, els processos industrials, les polítiques d'investigació i l'aplicació dels productes resultants. Sens dubte, la transparència i la col·laboració signifiquen l'ampliació dels principis bioètics que, en aquest cas, es requereixen per transversalitzar la informació i, d'aquesta manera, aconseguir redimensionar i vectoritzar les avaluacions de riscos i beneficis mitjançant bases de dades creuades.

---

En aquest marc, hi ha un debat obert sobre la viabilitat d'una ampliació nano-ètica. Mentre alguns sostenen que la nanotecnologia representa una intensificació de les disciplines implicades, altres apunten a un canvi de paradigma les propostes del qual no són de futur sinó aplicacions en actiu que requereixen una convergència de les distintes àrees de l'ètica i d'altres disciplines. Certament, la nanotecnologia constitueix potencialment un camp transdisciplinari il·limitat, amb aplicacions, inversions i competitivitats la finalitat de les quals és justament no tenir límits. No obstant això, la major part dels problemes ètics, jurídics i socials que poden sorgir en la combinatòria tecnociència-humanitat no són exclusius de la nanotecnologia. La Bioètica aporta principis i metodologies ja provades, que es poden aplicar a les problemàtiques específiques del camp de la nanotecnologia, la qual cosa no vol dir que no calgui refinar conceptualment i estendre contextualment l'abast dels seus principis: confidencialitat, privadesa, equitat i seguretat.

Independentment de l'adjectivació, *nano* o *bio*, des de l'any 2000 les Agències governamentals i les Organitzacions Internacionals intergovernamentals inclouen en les seves agendes la conveniència de vincular les activitats que incorporen el component *nano* amb les normes jurídiques i codis de conducta existents que els siguin aplicables. Com àmbits d'incidència poden assenyalar-se, entre altres, la investigació científica, la protecció del medi ambient, els drets humans, i la cooperació tècnica.

La Unió Europea, en tant que organització d'integració que té competències en matèria de lliure circulació de persones, capitals, béns i serveis, ha desenvolupat una important activitat en la promoció de la nanotecnologia, com es pot veure en els VI i VII Programes Marc, en els quals destina gran part del seu pressupost a projectes d'investigació sobre nanociència i nanotecnologies. És especialment rellevant en aquest punt la Recomanació de la Comissió Europea que conté el *Codi de conducta per a una investigació responsable en el camp de les nanociències i nanotecnologia*<sup>1</sup> l'objectiu del qual és orientar conductes i al que haurien d'atènyer-se les disposicions governamentals. No obstant això, convé posar de manifest que l'assumpció de l'esmentat Codi per part de la comunitat investigadora és voluntària i que, malgrat l'aposta econòmica realitzada per la UE en aquest camp, no s'ha arribat a establir un codi amb força jurídica i plenament vinculant. En l'àmbit interestatal, es constata un interès més gran sobre el tema i el seu enquadrament en el paper que juguen les noves tecnologies en

---

<sup>1</sup> C(2008) 424 final, de 7 de febrer de 2008.

la comunitat internacional, amb clares evidències en la dimensió econòmica i la seva consideració de factor per al desenvolupament, tal i com es diu en els Objectius del Mil·lenni, en els que destaquen la creixent necessitat d'ordenar la investigació científica amb la participació de tots els actors en presència i la identificació de la seva incidència en la protecció dels drets humans internacionalment reconeguts.

D'altra banda, també s'han implicat en la qüestió diverses organitzacions ambientalistes i nombrosos grups i xarxes de treball, especialment actius a l'hora de tractar d'identificar els problemes, fer un seguiment de les avaluacions de risc, destacar polítiques sensibles, desenvolupar guies comparatives i promoure accions per a la difusió pública de la informació sobre els productes de consum alimentari, cosmètics, tèxtils així com sobre els biofertilizants i el seu impacte ambiental. En els seus informes, aquestes institucions i organitzacions adopten posicions diferents que, per abreujar, es poden resumir en: recomanar el principi de precaució i establir moratòries a mesura que avanci la investigació, o bé aplicar regulacions estrictes només a la indústria a fi de controlar la producció; o bé no recomanar el principi de precaució, perquè paralitzar les investigacions, o establir moratòries que li posin límits, pot generar, per desconeixement, noves condicions de risc.

En el present Document, el Grup d'Opinió de l'Observatori de Bioètica i Dret coincideix en que no cal insistir en un discurs sobre l'impacte potencial, ni adoptar posicions amb anticipació o com a precaució i que promoguin una ètica especulativa basada en escenaris de futur. Reconeixent que les nanotecnologies ofereixen una oportunitat per aconseguir una coevolució de les tecnologies emergents amb la societat basada en les necessitats humanes, la justícia social i la sostenibilitat, l'aposta és enfocar les qüestions bioètiques en la línia d'aportar recomanacions realistes establint convergències transversals de responsabilitat, seguretat, comunicació, col·laboració i participació entre les institucions d'investigació, els sectors industrials implicats i la ciutadania.

Aquestes recomanacions han de contribuir a generar criteris i argumentacions que transitin a través dels fonaments de la Bioètica i els Drets Humans, i no només com a mecanismes de protecció sinó de democràcia deliberativa, de participació i de rendició de comptes. En definitiva, dur la nanotecnologia a deliberació pública i amb això aconseguir que tots els avenços i aplicacions tecnocientífics es realitzin en condicions de respecte als drets fonamentals.

En aquest sentit, el Document proposa recomanacions transversals a cinc sectors clau: als instituts i centres d'investigació, a les companyies i indústries de productes nanotecnològics, als poders públics, als mitjans de comunicació i a la ciutadania, establint àrees d'acció en connexió amb criteris bioètics que resulten de la identificació de problemàtiques concretes: responsabilitat, seguretat, transparència, col·laboració i participació, segons es proposa en el quadre que figura a continuació.





## RECOMANACIONS

Àrees d'acció	Criteris
Centres d'investigació	Responsabilitat
Poders públics	Seguretat
Indústria	Transparència
Mitjans de comunicació	Col·laboració
Societat civil	Participació

### Als centres d'investigació

1. *Posar en practica la I+D responsable en nanociències i nanotecnologies.* Fomentar línies d'investigació en nanociència i nanotecnologia en les quals es consideri com a objectiu prioritari el benefici de la societat.
2. *Garantir la seguretat dels investigadors i del conjunt dels treballadors en els laboratoris.* Acreditar el tractament adequat dels residus derivats de la investigació, així com aplicar tècniques de detecció d'efectes adversos i elaborar un sistema de notificació. Rendir comptes periòdicament davant una agència d'avaluació externa dels tractaments realitzats.
3. *Reforçar la transmissió d'informació dels avanços nanotecnològics de manera efectiva, clara i veraç, ja que els riscos també deriven de mantenir invisibles les línies i les decisions de la investigació.* Fer palès els objectius, el finançament, els èxits assolits i els fracassos.
4. *Contribuir a la col·laboració transversal entre les disciplines acadèmiques, els centres d'investigació i la indústria.* Crear eines –institucionals i en xarxa– mitjançant les quals creuar la informació per assolir la concreció de metodologies i estàndards comparatius en l'avaluació de riscos, i especificar, quan sigui convenient, els requeriments de privadesa entre projectes competitius.
5. *Promoure la divulgació del coneixement de la manera que més afavoreixi el nanodiàleg.* Establir enllaços amb els experts ELSA que contribueixin a explorar els aspectes ètics, legals i socials de la nanotecnologia i fer coparticipar la

ciutadania –associacions de consumidors, empreses, mitjans de comunicació i altres– a fi que pugui opinar i prendre decisions responsablement.

### **Als poders públics per a la realització d'enquestes i consultes de percepció i acceptabilitat del risc**

1. *Fomentar en les polítiques d'investigació i desenvolupament els béns públics globals.* Assegurar que les polítiques d'investigació, en les que intervingui la plataforma nanotecnològica, siguin socialment i èticament responsables.
2. *Establir regulacions sobre seguretat nanotecnològica.* Fer pública la informació sobre efectes adversos i crear registres públics dels mateixos. Implementar mitjans per creuar les bases de dades i coordinar l'organització internacional d'estàndards així com d'un sistema de certificació ISO TC/229 que serveixi per identificar productes amb nanomarca.
3. *Definir les garanties jurídiques i les bases ètiques que han de guiar les investigacions i aplicacions nanotecnològiques.* Harmonitzar els sistemes regulatoris nacionals i internacionals i establir marcs de col·laboració entre els governs, la indústria, les acadèmies científiques, les organitzacions sanitàries i els consumidors.
4. *Promoure plans de col·laboració entre institucions acadèmiques, indústria, experts ELSA i ciutadania a fi d'establir una plataforma comunicativa* on articular els avenços amb el desenvolupament responsable de la nanotecnologia, afermant així la divulgació crítica del coneixement i el debat èticament informat.
5. *Estimular l'interès per la nanociència i les innovacions nanotecnològiques per aconseguir la implicació ciutadana.* Impulsar l'educació científica i la divulgació creant programes formatius des dels nivells educatius bàsics fins arribar al nivell de difusió a la ciutadania, facilitant la reflexió social, política i econòmica sobre el desenvolupament responsable de la nanotecnologia i garantir, d'aquesta manera, el coneixement adequat per a la realització d'enquestes i consultes de percepció del risc.

### **A la indústria**

1. *Reconèixer que les empreses són part de la societat i que la finalitat de la seva producció ha d'orientar-se d'acord amb els interessos públics.* Fer explícits els

---

críteris de responsabilitat que segueixen en prioritzar la fabricació de productes i en seleccionar la seva comercialització.

2. *Seguir les normes de prevenció i establir protocols fiables* per garantir la protecció dels treballadors exposats a nanopartícules en totes les fases de la producció, així com en el tractament dels residus, col·laborant en mantenir sempre actualitzades les regulacions sobre gestió del risc i seguretat en els laboratoris i les fàbriques.
3. *Seguir els estàndards internacionals en el control de les inversions i els drets de propietat intel·lectual.* Fer pública la seva adscripció a agendes institucionals i professionals sense generar ombres de risc que es puguin interpretar en termes negatius produint alarmes i temors.
4. *Contribuir a crear protocols i guies de conducta per implementar la seguretat dels laboratoris en qualsevol fase de la investigació i la producció.* Equilibrar la protecció i la dinàmica del coneixement perquè es comparteixin les avaluacions de risc entre equips d'investigació i en coordinació amb les propostes de normatives dirigides a metes o béns públics globals.
5. *Assumir en els seus costos de producció l'avaluació del risc dels productes nanotecnològics i invertir en la divulgació del coneixement a la ciutadania,* entenent que l'acceptabilitat per part dels futurs consumidors és un element clau en el rendiment econòmic dels seus productes.

### **Als mitjans de comunicació**

1. *Assumir la responsabilitat crucial dels mitjans en la divulgació científica i en la formació de l'opinió, especialment a l'hora d'informar sobre la nanotecnologia i les seves aplicacions* ja que es tracta d'informacions de difícil transmissió per la seva complexitat conceptual i metodològica i per les expectatives que suscita la seva enorme potencialitat. Aquesta responsabilitat s'ha d'extremar en el balanç riscos-beneficis i en la comprovació de la fiabilitat i la neutralitat de les fonts.
2. *Tenir en compte el principi de precaució i extremar la cura en la forma de transmetre les informacions respecte al balanç riscos-beneficis de les nanotecnologies* per no incórrer en falses expectatives ni generar alarmes innecessàries.

3. *Contrastar i explicitar de forma clara l'origen de les notícies i els conflictes d'interessos que hi puguin haver.* Aquesta és una obligació general de les professions periodístiques, però que requereix major cura, si cap, en la transmissió d'informacions sobre ciència i salut.
4. *Compartir dades és més rellevant que competir per les dades.* És clau col·laborar en facilitar l'accés a la informació entre grups, incidir en la transferència de coneixement i emmarcar les problemàtiques incorporant criteris plurals i punts de vista pluridisciplinaris.
5. *Augmentar els espais de divulgació científica en els mitjans de comunicació que incorporin les preocupacions ètiques en els temes controvertits.* Remarcant la importància de la crítica i la validació de la informació científica que la societat rep.

#### **A la societat civil:**

1. *Accedir al coneixement de la gestió pública així com de les aplicacions i avaluacions de la investigació en nanotecnologia,* ja que és un dret i alhora responsabilitat de la ciutadania interessar-se i adquirir criteris sobre els beneficis i els riscos dels nanoproductes a fi d'estar en condicions d'opinar i participar en enquestes i debats.
2. *Disposar d'informació precisa en l'etiquetatge i la posologia dels nanoproductes, que es pugui utilitzar com indicadors de seguretat per part de la ciutadania i les organitzacions professionals i de consumidors,* i així facilitar les decisions de compra i ús, la detecció d'irregularitats i la notificació d'efectes adversos.
3. *Garantir la transparència en l'acceptabilitat pública dels nanoobjectes, les tècniques de diagnòstic i els tractaments de base nanotecnològica,* exercint els drets d'autonomia, consentiment i privadesa, atenent a la complexitat de les respostes i les actituds així com els interessos i les controvèrsies socials.
4. *Col·laborar amb les institucions científiques i les administracions públiques* quan es requereixi la participació ciutadana en enquestes, fòrums *online* i debats sobre la utilitat i l'avaluació de prioritats en el desenvolupament de les tecnologies emergents, i així contribuir a eliminar el dèficit democràtic en ciència i tecnologia.

- 
5. *Adquirir criteris i opinions equilibrades per assegurar el nanodiàleg* sobre els problemes socials de l'impacte global relatiu a l'accés desigual i/o la distribució abusiva de les aplicacions nanotecnològiques, i sobre els dilemes ètics que fan referència a les relacions desitjables entre tecnologia, naturalesa i agència humana.

## RECOMANACIONS

	Investigació	Poders públics	Indústria
Responsabilitat	Posar en practica la I+D responsable en nanociències i nanotecnologies.	Fomentar en les polítiques d'investigació i desenvolupament els béns públics globals.	Reconèixer que les empreses són part de la societat i que la finalitat de la seva producció ha d'orientar-se d'acord amb els interessos públics.
Seguretat	Garantir la seguretat dels investigadors i del conjunt dels treballadors en els laboratoris.	Establir regulacions sobre seguretat nanotecnològica.	Seguir les normes de prevenció i establir protocols fiables.
Transparència	Reforçar la transmissió d'informació dels avenços nanotecnològics de manera efectiva, clara i veraç, ja que els riscos també deriven de mantenir invisible les línies i les decisions de la investigació.	Definir les garanties jurídiques i les bases ètiques que han de guiar les investigacions i aplicacions nanotecnològiques.	Seguir els estàndards internacionals en el control de les inversions i els drets de propietat intel·lectual.
Col·laboració	Contribuir a la col·laboració transversal entre les disciplines acadèmiques, els centres d'investigació i la indústria.	Promocionar plans de col·laboració entre institucions acadèmiques, indústria, experts ELSA i ciutadania a fi d'establir una plataforma comunicativa.	Contribuir a crear protocols i guies de conducta per implementar la seguretat dels laboratoris en qualsevol fase de la investigació i la producció.
Participació	Promoure la divulgació del coneixement de la manera que més afavoreixi el nanodiàleg.	Estimular l'interès per la nanociència i les innovacions nanotecnològiques per aconseguir la implicació ciutadana.	Assumir en els seus costos de producció l'avaluació del risc dels productes nanotecnològics i invertir en la divulgació del coneixement a la ciutadania.

<b>Mitjans de comunicació</b>	<b>Societat civil</b>
Assumir la responsabilitat crucial dels mitjans en la divulgació científica i en la formació de l'opinió, especialment a l'hora d'informar sobre la nanotecnologia i les seves aplicacions.	Accedir al coneixement de la gestió pública així com de les aplicacions i avaluacions de la investigació en nanotecnologia.
Tenir en compte el principi de precaució i extremar la cura en la forma de transmetre les informacions respecte als balanços riscs-beneficis de les nanotecnologies.	Disposar d'informació precisa en l'etiquetatge i la posologia dels nanoproductes, que es puguin utilitzar com indicadors de seguretat per part de la ciutadania i les organitzacions professionals i de consumidors.
Contrastar i explicitar de forma clara l'origen de les notícies i els conflictes d'interessos que hi puguin haver.	Garantir la transparència en l'acceptabilitat pública dels nanoobjectes, les tècniques de diagnòstic i els tractaments de base nanotecnològica.
Compartir dades és més rellevant que competir per les dades	Col·laborar amb les institucions científiques i les administracions públiques.
Augmentar els espais de divulgació científica en els mitjans de comunicació que incorporin les preocupacions ètiques en els temes controvertits.	Adquirir criteris i opinions equilibrades per assegurar el nanodiàleg.





# NANOTECNOLOGÍA Y BIOÉTICA GLOBAL

M.J. Buxó y M. Casado (Coords.)

Elaborado por el Grupo de Opinión del  
*Observatori de Bioètica i Dret*  
Parc Científic de Barcelona

*Barcelona, septiembre de 2010*

## **OBSERVATORI DE BIOÈTICA I DRET**

Baldri Reixac, 4  
Torre D, 4rt  
08028 - Barcelona  
Tel./Fax: 93 403 45 46  
obd@pcb.ub.es  
www.bioeticaidret.cat  
www.bioeticayderecho.ub.es  
www.bioethicsandlaw.es



---

## PRESENTACIÓN

*El Grupo de Opinión del Observatori de Bioètica i Dret se creó en 1996 para dar respuesta a las cuestiones bioéticas suscitadas por los avances en biotecnología y biomedicina cuyas implicaciones éticas, sociales y jurídicas son motivo de debate público en contextos plurales.*

*Actualmente, este debate se ha extendido a los avances en nanociencia y nanotecnología cuya investigación y aplicaciones plantean retos bioéticos que desafían problemáticas previas. De su impacto es notorio el hecho de que se haya acuñado una nueva denominación, la nanoética, como una forma de ética aplicada a este desarrollo tecnocientífico. Sin embargo, a pesar de la complejidad interdisciplinar, intersocial e interjurídica del fenómeno y el marcado énfasis en la evaluación del riesgo, las cuestiones éticas que se suscitan siguen estando en el territorio de la naturaleza y la identidad humanas, la justicia social y las desigualdades socioeconómicas, la privacidad y la autonomía así como la bioseguridad hoy y en el futuro de las nuevas generaciones. Más que de una reflexión ética distinta, la convergencia y la amplitud de proyectos, las propiedades potenciales de materiales y productos, la variabilidad de aplicaciones en contextos clínicos y ambientales múltiples, genera impactos de riesgo y conflictos de justicia distributiva difíciles de dilucidar precisamente porque no son nano sino de magnitud bioética. Por lo tanto, el enfoque ha de situarse en la especificidad de los problemas y conflictos que define la Bioética pero identificados y analizados en un marco transversal implicando los sectores de la investigación, los poderes públicos, la industria, los medios de comunicación y la ciudadanía. De otro modo no sería posible lograr la transparencia informativa sobre la investigación y el desarrollo, la financiación y las patentes, las regulaciones de seguridad en aplicaciones diversas y la evaluación de los productos, que requiere un escenario bioético colaborativo para conseguir debates informados así como la adopción de posibles decisiones normativas.*

*La nanociencia y la nanotecnología investigan la formación de estructuras y las propiedades de la materia a escala nanométrica, esto es, entre 1 y 100 nanómetros. La manipulación de tamaños y formas así como la reactividad, la conductividad y la resistencia de los nanomateriales permite desarrollar nanopartículas, nanotubos, fullerenos, nanocables, nanosensores y sus combinaciones en nanoobjetos cuya aplicabilidad se extiende a la salud, el medio ambiente, la energía y la comunicación. Constituye así una plataforma tecnológica sin precedentes no sólo por la convergencia interdisciplinar, que integra la química, la física, la biología molecular, la ciencia de los materiales, la optoelectrónica, la informática y las ciencias cognitivas, entre*

*otras, sino por la amplitud de los proyectos de investigación multipropósito así como su aplicabilidad a la manufacturación de productos nanotecnológicos en todos los sectores industriales. Son más de sesenta países los que ya tienen en marcha proyectos y programas en investigación nanotecnológica, financiada con fondos públicos y privados, con cifras millonarias que implican una alta competitividad en la consecución de las patentes más provechosas y llevan aparejados intereses industriales y comerciales significativos, cuyos productos ya no son una apuesta sino que se estiman en más de seiscientos disponibles en el mercado.*

*Ahora bien, de toda esa convergencia tecnológica y su aplicación pluripotencial lo que preocupa fundamentalmente es la miniaturización de los componentes ya que a escala nano las propiedades de los materiales se comportan y modifican de forma distinta a la macroscópica, y esto abre la caja de los riesgos derivados de los efectos incidentales como la toxicidad, y la dificultad actual de no controlar la trazabilidad, la biocompatibilidad y la biodegradación de los materiales inertes y los nanoprodutos en tratamientos clínicos, contextos laborales y de investigación y en el medio ambiente en general. Son lagunas en la detección de los impactos y la evaluación de riesgos, la carencia de información estandarizada sobre el ciclo vital de los nanomateriales y sus productos, sobre el seguimiento de la seguridad en los procesos de investigación y manufacturación, así como el establecimiento de regulaciones de evaluación y control transversales que conecten los centros de investigación y la industria tanto a escala nacional como internacional. Ciertamente, las apuestas por los beneficios de la nanotecnología coinciden cada vez más con los avances resultantes en los proyectos de investigación y el desarrollo de nanoprodutos. Sin embargo, este éxito incremental tiene mucho territorio que recorrer en cuanto a identificar las problemáticas y encauzar bioéticamente sus implicaciones socioeconómicas y jurídicas.*

*Este Documento trata de:*

- identificar los problemas y los conflictos bioéticos derivados de los riesgos de la aplicación de la nanotecnología en el ámbito de la biomedicina, el medio ambiente y la bioseguridad así como las consecuencias en cuanto a afectación de bienes, valores y derechos, como la calidad de vida, la equidad, la privacidad y la seguridad,*
- advertir sobre las implicaciones éticas, sociales y jurídicas –en priorizar líneas de investigación, decidir la financiación, entre otros– para orientar las reco-*

---

*mendaciones hacia la prudencia, la seguridad y la responsabilidad de los actores implicados en los sistemas expertos y la ciudadanía en general, y*

- *potenciar el dialogo entre los centros de investigación, las instituciones de gobierno, las industrias y la sociedad para que el conocimiento científico y la evaluación de las aplicaciones nanotecnológicas transite con criterios y argumentos que avalen un debate transparente y eficaz. E incluir en este intercambio a los medios de comunicación ya que incorporan en su repertorio la difusión selectiva de noticias científicas y su incidencia en la generación de opinión pública.*

*Desde 2004, el grupo de investigación del Observatori de Bioètica i Dret ha participado en una red de excelencia europea en Nanotecnología –Nano2life– en el Proyecto A network for bringing nanotechnologies to life, y en el Comité de Dirección Wordpackage on Ethics (WP4) del Parque Científico de Barcelona. Y desde 2007 investiga en un proyecto del Ministerio de Ciencia y Tecnología titulado: “Nanobiolaw: implicaciones éticas, sociales y jurídicas de las Nanotecnologías” y colabora con el Área de Comunicación del PCB en la organización de exposiciones con el fin de incrementar la difusión pública de estos avances y sus aplicaciones y estimular el debate público informado.*

*Finalmente, como resultado de estos trabajos académicos y actividades de difusión, el Grupo, coordinado en esta ocasión por la Dra. Maria Jesús Buxó y la Dra. María Casado, presenta este Documento de Opinión sobre nanotecnología y bioética con la voluntad de incrementar la conexión responsable entre los actores y los sectores implicados en la investigación y el desarrollo de la nanotecnología y así potenciar una bioética global que garantice el respeto a los derechos fundamentales.*



---

## PREÁMBULO

La nanociencia y la nanotecnología constituyen una fusión de conocimientos y metodologías cohesionados por el estudio, la manipulación y la fabricación de materiales y estructuras funcionales a escala nanométrica. Son proporciones referenciales que los átomos tengan diámetros de unas pocas décimas o centésimas de nanómetro, la doble hélice de ADN mide 2 nanómetros de ancho, un virus medio 75 y la cabeza de un alfiler un millón. Así, el apelativo nano no hace referencia a objetos, sino a la escala y características de los materiales –tamaño de la partícula, superficie, cobertura, y agregados– cuya manipulación requiere instrumentos potentes como el microscopio de fuerza atómica (AFM) y el escáner de efecto túnel (STM), así como otros instrumentos y programas como las pinzas ópticas y los simuladores de comportamientos moleculares. Esto permite hacer intervenciones de abajo a arriba mediante la manipulación de nanopartículas para la producción de nuevas estructuras y funciones así como de arriba abajo mediante la reducción de piezas de materia a dimensión nanométrica y todo ello orientado a comprender nuevos fenómenos y a controlar y activar propiedades físicas, químicas, electrónicas, mecánicas y biológicas. Sus ventajas no se reducen simplemente al tamaño, sino que, a esa escala, se incrementa la resistencia, la reactividad, la conductividad, la flexibilidad, la ligereza, y con ello la eficiencia energética y la biocompatibilidad de los materiales y dispositivos en células y tejidos.

Estos avances se presentan como la expresión más amplia, compleja y prometedora del I+D para el progreso de la ciencia y la tecnología y, consecuentemente, el beneficio de la sociedad, la conservación del medio ambiente y la sostenibilidad energética y económica. Sus aplicaciones y la innovación de productos abarcan los sectores de la salud, la energía, la comunicación, la automoción, la óptica, la electrónica, la alimentación y la cosmética, entre otros. No sólo las empresas llevan el término *nano* en su nombre, y lo asignan a sus productos, sino que constituye un apelativo aplicable a diversas ramas del saber como la nanomedicina. Por ejemplificar en el ámbito de la salud, los productos y las aplicaciones bionanotecnológicas incluyen:

- la nanocirugía, que se beneficia de los microscopios de fuerza atómica para manipular agujas nanométricas que penetran membranas celulares y nucleares,

- la medicina regenerativa, con aplicaciones nanotecnológicas de células troncales para la ingeniería de tejidos, e implantes óseos, entre otros,
- la detección precoz y el diagnóstico con técnicas de imagen que usan nanorecursos de contraste como los *quantum dots*, y los biosensores nanométricos para monitorizar el análisis de parámetros bioquímicos en fluidos o tejidos biológicos,
- el uso de nanopartículas vehiculizadas de forma magnética para eliminar células cancerígenas mediante hipertermia, así como la dosificación de fármacos como medicamentos que faciliten la absorción e incluso la penetración por vía transdérmica y que además sean dirigibles a órganos diana.

Entre los múltiples beneficios del impacto nanotecnológico destaca la sostenibilidad medioambiental y económica por augurar una de las oportunidades más sólidas de crecimiento en todo el mundo. Tales como disminuir y eliminar la contaminación del agua (remediación), incrementar la eficiencia energética, optimizar los almacenajes y embalajes de larga duración aptos para productos de consumo y, también, por constituir uno de los motores más firmes para el desarrollo industrial y comercial de base tecnológica

Aceptando la excelencia científica, la competencia tecnológica, la competitividad industrial y los objetivos sociales, la alteración de las propiedades de los materiales a esa escala y la complejidad de las técnicas de manipulación en la investigación y sus desarrollos plantean, no obstante, numerosas cuestiones relativas a los riesgos y la aplicación del principio de precaución.

Los riesgos se sitúan en la modificación de las propiedades y el ciclo de vida de los nanomateriales, así como en la detección y el control de los productos y los dispositivos nanométricos en interacción con organismos complejos por ingestión, inhalación, inyección, vía transdérmica e implantes. Así, la toxicidad, la trazabilidad y la biodegradación pueden afectar todo el proceso operativo de los materiales desde la seguridad de los investigadores y los trabajadores de la industria hasta los futuros usuarios de estos productos y su encadenamiento con el medio ambiente y la cadena alimentaria a través de otros organismos vivos, en dispersión y persistencia. Y esto se entrecruza con otros riesgos socioeconómicos derivados de los intereses financieros y la aceptación de los futuros consumidores. Las inversiones en este sector y los intereses del mercado farmacológico e instrumental son tan grandes que hay una enorme preocupación no sólo por



---

no detectar a tiempo riesgos de toxicidad y trazabilidad, sino también por no saber establecer regulaciones de justicia distributiva, ya que, si bien hasta ahora el problema era la exclusión de los tratamientos médicos a países terceros, ahora la productividad a gran escala puede plantear contradicciones de distribución exagerada para abaratar costes.

En desarrollos tecnocientíficos anteriores –como las aplicaciones potenciales en organismos modificados genéticamente, células madre embrionarias, y otros– las promesas de beneficio no siempre fueron acompañadas de la difusión pública del análisis y la valoración de sus riesgos, lo cual generó toda suerte de reservas y críticas por parte de organizaciones ambientalistas y de consumidores que duran hasta hoy. Sin embargo, ahora, el entorno de la plataforma nanotecnológica –centros de investigación, universidades y agencias gubernamentales y no gubernamentales, nacionales e internacionales– ha incorporado tempranamente la evaluación del riesgo como parte de la propuesta y seguimiento de los proyectos de investigación así como de los criterios de admisión en la concesión de patentes. Así, los centros de investigación no solo orientan los proyectos hacia una nanotecnología responsable y sostenible para garantizar el uso seguro de las nanopartículas, los materiales nanoestructurados desde la producción hasta la eliminación sino también las agencias gubernamentales y las asociaciones empresariales emiten informes en sus webs y desarrollan guías voluntarias de conducta, de lo cual se hacen eco las revistas especializadas en sus editoriales y artículos.

Ciertamente, esta actitud corresponde a la madurez creciente de la ética de la investigación inherente a la aprobación de los proyectos y a la deontología profesional. Y, en esa dirección, también se atiende a la demanda de estimular la transparencia informativa versus la sociedad. Todo ello constituye un valor añadido, pues la consideración y la gestión de los riesgos potenciales en pro de la seguridad pública contribuye a promover la financiación pública y privada y es una garantía para el desarrollo de aplicaciones comerciales, lo cual redundará en la aceptabilidad pública.

Esta sensibilidad ética y la formalización de protocolos de investigación se acompañan de un renovado interés por el análisis crítico de los riesgos derivados de la investigación y el desarrollo. En diversos informes institucionales y científicos se reconoce que existe una gran dispersión entre disciplinas y subcampos lo cual impide disponer de aproximaciones sistemáticas y comparadas para examinar la toxicología, la trazabilidad y la biodegradación de los nanomateriales en las

diferentes formas de biointeractividad, sea por exposición, absorción gastrointestinal, pulmonar y otras y –ya en el sistema circulatorio– por su capacidad para franquear las barreras hematoencefálica, placentaria y hematoespermática.

Así, son limitaciones para establecer la identidad o la especificidad y el cálculo del riesgo nanotecnológico la complejidad de factores que concurren en la toxicidad, las limitaciones experimentales, pero también la carencia de una convergencia en las metodologías y los laboratorios de control de la toxicidad desde la experimentación hasta la producción. La toxicidad depende de factores múltiples incluyendo el tamaño, la superficie, la composición química, la forma, la agregación, la cobertura y la solubilidad así como las vías de exposición y polución que también varían según sean prolongadas o esporádicas. En la experimentación, las pruebas se realizan casi exclusivamente *in vitro* sin contar con suficientes estudios y pruebas *in vivo* que aporten datos comparativos. Y, a esta limitación se suma la carencia de clasificaciones, metodologías y protocolos experimentales estandarizados para examinar el ciclo de vida de los nanomateriales y avalar la confiabilidad en los estudios clínicos.

Cabe destacar que, en algunos países, ya se toman medidas para estandarizar y regular los nanomateriales y la nanopartículas en instituciones como la *American National Standards Institute* (ANSI), el *International Council on Nanotechnology* (ICON), la *US Environmental Protection Agency* (EPA) así como la *International Organization for Standardization* (ISO) y otras asociaciones no gubernamentales y ambientalistas. Sin embargo, hay un bajo perfil de respuesta en la coordinación informativa de las instituciones de investigación y los parques empresariales, pero también entre países, por no decir a escala global, pues esta interconexión ha de implicar asimismo las potencias emergentes (China, India, Brasil, Rusia) donde con alta probabilidad se manufacturarán gran parte de los productos basados en avances de nanotecnología. Es destacable el esfuerzo llevado a cabo por la OCDE por activar un grupo de trabajo sobre la ingeniería de nanomateriales, a escala internacional, aunque de las países emergentes sólo incluya a China.

La cuestión se centra en que las disciplinas, los investigadores, y las industrias no constituyen un grupo homogéneo, lo cual hace que cada cual mantenga los principios deontológicos que corresponden a sus especialidades específicas así como las regulaciones de seguridad propias de cada disciplina y sector industrial, tanto en los laboratorios como en la comercialización. Y el reto es dirimir qué recomendaciones conviene proponer no habiendo un conocimiento unificado

y conectado de la nanotecnología, ni siendo la miniaturización de la escala el problema bioético, sino la magnitud de las inconexiones entre los laboratorios, los procesos industriales, las políticas de investigación y la aplicación de los productos resultantes. Sin duda la transparencia y la colaboración constituyen la ampliación de los principios bioéticos que, en este caso, es requerida para transversalizar la información y así lograr redimensionar y vectorizar las evaluaciones de riesgo y beneficio con bases de datos cruzadas.

En este marco, no deja de haber un debate en proceso sobre la viabilidad de una ampliación nanoética pues, mientras algunos sustentan que la nanotecnología constituye una intensificación de las disciplinas implicadas, otros apuntan a un cambio de paradigma cuyas propuestas no son de futuro sino aplicaciones en activo que requieren una convergencia de varias áreas de la ética y de otras disciplinas. Ciertamente, la nanotecnología constituye potencialmente un campo transdisciplinar ilimitado con aplicaciones, inversiones y competitividades cuya finalidad es justamente no tener límites. Sin embargo, la mayor parte de los problemas éticos, jurídicos y sociales previsibles en la combinatoria tecnociencia-humanidad no son exclusivos de la nanotecnología. La Bioética aporta principios y metodologías ya probadas, amplificables a las problemáticas específicas del campo de la nanotecnología, lo cual no quiere decir que no haya que refinar conceptualmente y extender contextualmente el alcance de sus principios, confidencialidad, privacidad, equidad y seguridad.

Independientemente de la adjetivación, nano o bio, desde el año 2000 las Agencias gubernamentales y las Organizaciones Internacionales intergubernamentales incluyen en sus agendas la conveniencia de vincular las actividades que incorporan el componente “nano” con las normas jurídicas y códigos de conducta existentes que les sean aplicables. Como ámbitos de incidencia pueden señalarse, entre otros, investigación científica, protección del medio ambiente, derechos humanos, y cooperación técnica.

La Unión Europea, en cuanto organización de integración que tiene competencias en materia de libre circulación de personas, capitales, bienes y servicios, ha desarrollado una importante actividad en la promoción de la nanotecnología, como se muestra en los VI y VII Programas Marco a los que destina gran parte de su presupuesto en proyectos de investigación sobre nanociencia y nanotecnologías. Especialmente relevante en la materia es la Recomendación de la Comisión Europea que contiene el *Código de conducta para una investigación responsable en*

*el campo de las nanociencias y nanotecnología*<sup>1</sup> cuyo objetivo es orientar conductas y al que deberán atenerse las disposiciones gubernamentales. No obstante, es conviene poner de manifiesto que la asunción del mencionado Código por parte de la comunidad investigadora es voluntaria y que, pese a la apuesta económica realizada por la UE en este campo, no ha llegado a establecerse un código con fuerza jurídica plenamente vinculante. En la esfera interestatal es constatable el mayor interés sobre el tema y su encuadre en el papel que juegan las nuevas tecnologías en la sociedad internacional, con claras evidencias en la dimensión económica y su consideración de factor para el desarrollo como se establece en los Objetivos del Milenio, que destacan la creciente necesidad de ordenar la investigación científica con la participación de todos los actores en presencia y la identificación de su incidencia en la protección de los derechos humanos internacionalmente reconocidos.

Se han implicado, asimismo, diversas organizaciones ambientalistas, y numerosos grupos y redes de trabajo, especialmente activos en tratar de identificar los problemas, hacer un seguimiento de las evaluaciones de riesgo, destacar políticas sensibles, desarrollar guías comparativas y promover acciones para la difusión pública de la información sobre los productos de consumo alimentario, cosmético, textiles así como biofertilizantes y su impacto ambiental. En sus informes, estas instituciones y organizaciones adoptan diferentes posiciones que por mor de la brevedad se resumen en: recomendar el principio de precaución y establecer moratorias a medida que avance la investigación, o bien aplicar regulaciones estrictas sólo a la industria para controlar la producción; o bien no recomendar el principio de precaución pues paralizar las investigaciones, o establecer moratorias limitativas, pueden generar, por desconocimiento, nuevas condiciones de riesgo.

En el presente Documento, el Grupo de Opinión del Observatorio de Bioética y Derecho coincide en que no hay que insistir en un discurso sobre el impacto potencial, ni adoptar posiciones anticipatorias o precautorias, que induzcan a fomentar una ética especulativa basada en escenarios de futuro. Reconociendo que las nanotecnologías ofrecen una oportunidad para conseguir una coevolución de las tecnologías emergentes con la sociedad basada en las necesidades humanas, la justicia social y la sostenibilidad, la apuesta es enfocar las cuestiones bioéticas en la dirección de aportar recomendaciones realistas estableciendo convergencias transversales de responsabilidad, seguridad, comunicación, co-

---

<sup>1</sup> C(2008) 424 final, de 7 de febrero de 2008.

laboración y participación entre las instituciones de investigación, los sectores industriales implicados y la ciudadanía.

Estas recomendaciones han de contribuir a generar criterios y argumentaciones que transiten a través de los fundamentos de la Bioética y los derechos humanos, y no sólo como mecanismos de protección sino de democracia deliberativa, de participación y de rendición de cuentas. En definitiva, llevar la nanotecnología a deliberación pública y con ello conseguir que todo avance y aplicación tecnocientíficas se realicen en condiciones de respeto a los derechos fundamentales.

En este sentido el Documento propone recomendaciones transversales a cinco sectores clave: a los institutos y centros de investigación, a las compañías e industrias de productos nanotecnológicos, a los poderes públicos, a los medios de comunicación y a la ciudadanía estableciendo áreas de acción en conexión con criterios bioéticos que resultan de la identificación de problemáticas concretas: responsabilidad, seguridad, transparencia colaboración y participación, según se propone en el cuadro que figura a continuación.



## RECOMENDACIONES

Áreas de acción	Criterios
Centros de investigación	Responsabilidad
Poderes públicos	Seguridad
Industria	Transparencia
Medios de Comunicación	Colaboración
Sociedad civil	Participación

### A los centros de investigación

1. *Poner en practica la I+D responsable en nanociencias y nanotecnologías.* Fomentar líneas de investigación en nanociencia y nanotecnología en las que se contemple como objetivo prioritario el beneficio de la sociedad.
2. *Garantizar la seguridad de los investigadores y el conjunto de los trabajadores en los laboratorios.* Acreditar el tratamiento adecuado de los residuos derivados de la investigación, así como aplicar técnicas de detección de efectos adversos y elaborar un sistema de notificación. Rendir cuentas periódicamente ante un agencia de evaluación externa de los tratamientos realizados.
3. *Reforzar la transmisión de información de los avances nanotecnológicos de manera efectiva, clara y veraz, ya que los riesgos también derivan de mantener invisible la dirección y las decisiones de la investigación.* Hacer patentes los objetivos, la financiación, los logros y los fracasos.
4. *Contribuir a la colaboración transversal de las disciplinas académicas, los centros de investigación y la industria.* Crear cauces –institucionales y en red– donde cruzar la información para lograr la concreción de metodologías y estándares comparativos en la evaluación de riesgos, y especificar, cuando sea conveniente, los requerimientos de privacidad entre proyectos competitivos.
5. *Promover la divulgación del conocimiento de la manera que más favorezca el nanodialogo.* Establecer enlaces con los expertos ELSA que contribuyan a explorar los aspectos éticos, legales y sociales de la nanotecnología y así hacer copartícipe a la ciudadanía –asociaciones de consumidores, empresas,

medios de comunicación y otros— para que pueda opinar y tomar decisiones responsablemente.

### **A los poderes públicos para la realización de encuestas y consultas de percepción y aceptabilidad del riesgo**

1. *Fomentar en las políticas de investigación y desarrollo los bienes públicos globales.* Asegurar que las políticas de investigación, dentro de las que opera la plataforma nanotecnológica, sean social y éticamente responsables.
2. *Establecer regulaciones sobre seguridad nanotecnológica.* Hacer pública la información sobre efectos adversos y crear registros públicos de los mismos. Implementar medios para cruzar las bases de datos y coordinar la organización internacional de estándares así como de un sistema de certificación ISO TC/229 para identificar productos con nanomarca.
3. *Definir las garantías jurídicas y las bases éticas que han de guiar las investigaciones y aplicaciones nanotecnológicas.* Armonizar los sistemas regulatorios nacionales e internacionales y establecer marcos colaborativos entre gobiernos, industria, academias científicas, organizaciones sanitarias y los consumidores.
4. *Promocionar planes de colaboración entre instituciones académicas, industria, expertos ELSA y ciudadanía para establecer una plataforma comunicativa* donde articular los avances con el desarrollo responsable de la nanotecnología afianzando así la divulgación crítica del conocimiento y el debate éticamente informado.
5. *Estimular el interés por la nanociencia y las innovaciones nanotecnológicas para conseguir la implicación ciudadana.* Impulsar la educación científica y la divulgación creando programas formativos desde los niveles básicos en edades tempranas hasta alcanzar el nivel de difusión a la ciudadanía facilitando la reflexión social, política y económica sobre el desarrollo responsable de la nanotecnología y así garantizar el conocimiento adecuado para la realización de encuestas y consultas de percepción del riesgo.

### **A la industria**

1. *Reconocer que las empresas son parte de la sociedad y que los fines de su producción han de orientarse de acuerdo con los intereses públicos.* Explicitar los criterios



---

de responsabilidad que siguen en su agenda para priorizar la fabricación de productos y seleccionar su comercialización.

2. *Seguir las normas de prevención y establecer protocolos fiables* para garantizar la protección de sus trabajadores expuestos a nanopartículas en todas las fases de la producción, así como en el tratamiento de los residuos, colaborando a mantener siempre actualizadas las regulaciones sobre gestión del riesgo y seguridad en los laboratorios y las fábricas.
3. *Seguir los estándares internacionales en el control de las inversiones y los derechos de propiedad intelectual.* Hacer pública su adscripción a agendas institucionales y profesionales para no generar sombras de riesgo que puedan interpretarse en términos negativos y producir alarmas y temores.
4. *Contribuir a crear protocolos y guías de conducta en aras de la seguridad de sus laboratorios en cualquier fase de la investigación y la producción.* Equilibrar la protección y la dinámica del conocimiento para que se compartan las evaluaciones de riesgo entre equipos de investigación y en coordinación con las propuestas de normativas dirigidas a metas o bienes públicos globales.
5. *Asumir en sus costos de producción la evaluación de riesgo de los productos nanotecnológicos e invertir en la divulgación de conocimiento a la ciudadanía,* entendiendo que la aceptabilidad de los futuros consumidores es clave en el rendimiento económico de sus productos.

### **A los medios de comunicación**

1. *Asumir la responsabilidad crucial de los medios en la divulgación científica y en la formación de la opinión, especialmente a la hora de informar sobre la nanotecnología y sus aplicaciones* ya que se trata de informaciones de difícil transmisión por su complejidad conceptual y metodológica y por las expectativas que suscita su enorme potencialidad. Esta responsabilidad ha de extremarse en los balances riesgo beneficio y en la comprobación de la fiabilidad y la neutralidad de las fuentes.
2. *Tener en cuenta el principio de precaución y extremar el cuidado en la forma de transmitir las informaciones respecto a los balances riesgo-beneficio de las nanotecnologías* para no incurrir en falsas expectativas ni generar alarmas innecesarias.

3. *Contrastar y explicitar de forma clara el origen de las noticias y los conflictos de intereses que puedan subyacer.* Esta es una obligación general de las profesiones periodísticas, pero que requiere mayor cuidado, si cabe, en la transmisión de informaciones relativas a ciencia y salud.
4. *Compartir datos es más relevante que competir por los datos.* Es clave colaborar en facilitar el acceso a la información entre grupos para incidir en la transferencia de conocimiento y enmarcar las problemáticas incorporando criterios plurales y puntos de vista pluridisciplinares.
5. *Aumentar los espacios de divulgación científica en los medios de comunicación que incorporen las preocupaciones éticas en los temas controvertidos.* Resaltar la importancia de la crítica y la validación de la información científica que la sociedad recibe.

#### **A la sociedad civil:**

1. *Acceder al conocimiento de la gestión pública así como de las aplicaciones y evaluaciones de la investigación en nanotecnología,* ya que es un derecho y a la vez responsabilidad de la ciudadanía interesarse y adquirir criterios sobre los beneficios y los riesgos de los nanoproductos para estar en condiciones de opinar y participar en encuestas y debates.
2. *Disponer de información precisa en el etiquetaje y la posología de los nanoproductos, utilizable como indicadores de seguridad, por la ciudadanía y las organizaciones profesionales y de consumidores,* y así facilitar las decisiones de compra y uso, la detección de irregularidades y la notificación de efectos adversos.
3. *Garantizar la transparencia en la aceptabilidad pública de los nanoobjetos, las técnicas de diagnóstico y los tratamientos de base nanotecnológica,* sobre la base de ejercer derechos de autonomía, consentimiento y privacidad, atendiendo a la complejidad de las respuestas y las actitudes así como los intereses y las controversias sociales.
4. *Colaborar con las instituciones científicas y las administraciones públicas* cuando se requiera la participación ciudadana en encuestas, foros online, y debates deliberativos sobre la utilidad y la evaluación de prioridades en el desarrollo

de las tecnologías emergentes, y así contribuir a eliminar el déficit democrático en ciencia y tecnología.

5. *Adquirir criterios y opiniones equilibradas para asegurar el nanodiálogo* sobre los problemas sociales del impacto global relativo al acceso desigual y/o la distribución abusiva de las aplicaciones nanotecnológicas, y sobre los dilemas éticos que hacen referencia a las relaciones deseables entre tecnología, naturaleza y agencia humana.

## RECOMENDACIONES

	Investigación	Poderes Públicos	Industria
Responsabilidad	Poner en practica la I+D responsable en nanociencias y nanotecnologías.	Fomentar en las políticas de investigación y desarrollo los bienes públicos globales.	Reconocer que las empresas son parte de la sociedad y que los fines de su producción han de orientarse de acuerdo con los intereses públicos.
Seguridad	Garantizar la seguridad de los investigadores y el conjunto de los trabajadores en los laboratorios.	Establecer regulaciones sobre seguridad nanotecnológica.	Seguir las normas de prevención y establecer protocolos fiables.
Transparencia	Reforzar la transmisión de información de los avances nanotecnológicos de manera efectiva, clara y veraz, ya que los riesgos también derivan de mantener invisible la dirección y las decisiones de la investigación.	Definir las garantías jurídicas y las bases éticas que han de guiar las investigaciones y aplicaciones nanotecnológicas.	Seguir los estándares internacionales en el control de las inversiones y los derechos de propiedad intelectual.
Colaboración	Contribuir a la colaboración transversal de las disciplinas académicas, los centros de investigación y la industria.	Promocionar planes de colaboración entre instituciones académicas, industria, expertos ELSA y ciudadanía para establecer una plataforma comunicativa.	Contribuir a crear protocolos y guías de conducta en aras de la seguridad de sus laboratorios en cualquier fase de la investigación y la producción.
Participación	Promover la divulgación del conocimiento de la manera que más favorezca el nanodiálogo.	Estimular el interés por la nanociencia y las innovaciones nanotecnológicas para conseguir la implicación ciudadana.	Asumir en sus costos de producción la evaluación de riesgo de los productos nanotecnológicos e invertir en la divulgación de conocimiento a la ciudadanía.

<b>Medios de Comunicación</b>	<b>Sociedad Civil</b>
<p>Asumir la responsabilidad crucial de los medios en la divulgación científica y en la formación de la opinión, especialmente a la hora de informar sobre la nanotecnología y sus aplicaciones.</p>	<p>Acceder al conocimiento de la gestión pública así como de las aplicaciones y evaluaciones de la investigación en nanotecnología.</p>
<p>Tener en cuenta el principio de precaución y extremar el cuidado en la forma de transmitir las informaciones respecto a los balances riesgo-beneficio de las nanotecnología.</p>	<p>Disponer de información precisa en el etiquetaje y la posología de los nanoproductos, utilizable como indicadores de seguridad, por la ciudadanía y las organizaciones profesionales y de consumidores.</p>
<p>Contrastar y explicitar de forma clara el origen de las noticias y los conflictos de intereses que puedan subyacer.</p>	<p>Garantizar la transparencia en la aceptabilidad pública de los nanoobjetos, las técnicas de diagnóstico y los tratamientos de base nanotecnológica.</p>
<p>Compartir datos es más relevante que competir por los datos.</p>	<p>Colaborar con las instituciones científicas y las administraciones pública.</p>
<p>Aumentar los espacios de divulgación científica en los medios de comunicación que incorporen las preocupaciones éticas en los temas controvertidos.</p>	<p>Adquirir criterios y opiniones equilibradas para asegurar el nanodiálogo.</p>



# NANOTECHNOLOGY AND GLOBAL BIOETHICS

M.J. Buxó and M. Casado (Coords.)

Prepared by the Opinion Group of  
the Observatori de Bioètica i Dret  
(Bioethics and Law Observatory)  
Parc Científic de Barcelona

*Barcelona, September 2010*

## **OBSERVATORI DE BIOÈTICA I DRET**

Baldiri Reixac, 4  
Torre D, 4rt  
08028 - Barcelona  
Tel./Fax: 93 403 45 46  
obd@pcb.ub.es  
[www.bioeticaidret.cat](http://www.bioeticaidret.cat)  
[www.bioeticayderecho.ub.es](http://www.bioeticayderecho.ub.es)  
[www.bioethicsandlaw.es](http://www.bioethicsandlaw.es)





---

## INTRODUCTION

*The Observatory of Bioethics and Law (Observatori de Bioètica i Dret) Opinion Group was formed in 1996 to respond to bioethics issues arising from advances made in biotechnology and biomedicine whose social and legal implications are debated in many academic and public areas.*

*This debate has now spread to include breakthroughs in nanoscience and nanotechnology whose research and applications provide bioethical discoveries which challenge previous problems. Their impact is clear from the fact that a new name has been coined to describe an ethical way applied to this technical-scientific development: nanoethics. However, despite the multidisciplinary, intersocial and interlegal complexity of this phenomenon and the clear emphasis on evaluating risk, the ethical issues raised are still in the territory of human nature and identity, social justice and social and economic inequalities, privacy and autonomy together with today's biosafety and that of new generations in the future. More than just a different ethical reflection, the convergence and scope of projects, the potential properties of materials and products, the variability of applications in multi-clinical and environmental contexts lead to some impacts of risk and disputes of distributive justice that are difficult to clarify precisely because they are not on a nano- but bioethical scale. Thus the focus must be on specifying the problems and disputes that recognize Bioethics, yet identified and analysed in a wide frame involving research, public authorities, industry, the media and citizens, otherwise it would not be possible to achieve transparency of data on research and development, funding and patents, safety regulations in the various applications and weighing up products, which requires a cooperative bioethical scenario to achieve informed debates and decision-taking on regulations.*

*Nanoscience and nanotechnology investigate the formation of structures and the properties of material on a nanometric scale, i.e. between 1 and 100 nanometres. Manipulating the sizes, shapes reactivity, conductivity and resistance of nanomaterials allow researchers to develop nanoparticles, nanotubes, fullerenes, nanocables, nanosensors and combine them into nano-objects which can be used in health, the environment, energy and communications. This constitutes an unprecedented technological platform not only because of the interdisciplinary convergence of chemistry, physics, molecular biology, science of materials, optoelectronics, data processing and cognitive sciences but also due to the scope of multipurpose research projects and how they are applied in manufacturing nanotechnology products in all fields of industry. Already over sixty countries have set up projects and programmes*

*to carry out research into nanotechnology with public and private funds worth tens of millions of euros which implies a high degree of competition to achieve the most profitable patents and involves significant industrial and commercial interests, where products are no longer just a dream; according to latest estimates there are over six hundred available in the market.*

*However, for all this convergence in technology and its multi-faceted applications what is particularly worrying is the miniaturization of components since at a nano-scale the properties of materials behave and are modified differently from macroscopic ones, and this opens the way to risks derived from the incidental effects such as toxicity and the current difficulty to control traceability, biocompatibility and biodegradation of inert materials and nanoproducts in clinical treatment, work and research areas and the environment in general. Loopholes exist in failing to detect the impacts and evaluate risks, the lack of standard information on the life cycle of nanomaterials and their products, the follow-up of safety in research and manufacturing processes and setting up cross-wide assessment and control regulations connecting research centres with industry both nationally and internationally. Indeed, opting for the benefits of nanotechnology increasingly coincides with breakthroughs resulting from research projects and nanoproduct development. However this incremental success still has a long way to go in terms of identifying the problems and bioethically channelling their social-economic and legal implications.*

*This Declaration covers:*

- Identifying bioethical problems and disputes derived from the risks of applying nanotechnology in the field of biomedicine, the environment and biosafety and the consequences regarding affects on property, values and rights such as quality of life, fairness, privacy and safety*
- Warning about the ethical, social and legal implications –prioritising research lines, deciding on funding and so on– to guide recommendations towards caution, safety and responsibility of the parties involved in the professional channels and citizens in general, and*
- Encouraging dialogue between the research centres, government institutions, industries and society so that scientific knowledge and assessment of nanotechnology applications go together with principles and arguments which guarantee a transparent, effective debate. Including the media in this exchange since they*

*selectively divulge scientific news which affects knowledge acquisition and creates public opinion.*

*Since 2004 the OBD research group has participated in a European network of excellence in Nanotechnology –Nano2life– in the Project A network for bringing nanotechnologies to life, and the Wordpackage Management Committee on Ethics (WP4) in the Barcelona Scientific Park. The group is currently working on a Project for the Ministry of Science and Technology called: “Nanobiolaw: ethical, social and legal implications of Nanotechnologies” and regularly cooperates with the Communications Area of the PCB in organising exhibitions to increase public divulgation of these breakthroughs and their applications so as to stimulate informed public debate.*

*Finally, as a result of this academic work and divulgation actions, the Group co-ordinated this time by Dr. Maria Jesús Buxó and Dr. María Casado, present this Opinion Document on Nanotechnology and Bioethics with the aim of raising responsible links among the actors and sectors involved in nanotechnology research and development thus fomenting a global bioethics as a guarantee of respect for fundamental rights.*



## PREAMBLE

Nanoscience and nanotechnology are a fusion of knowledge and methodology pooled by studying, manipulating and manufacturing materials and functional structures on a nanometric scale. As referential proportions, atoms are a few tenths or hundredths of a nanometre in diameter, the double helix of DNA measures two nanometres wide, an average virus seventy five and the head of a needle, one million. Thus, the name nano does not refer to objects but to the scale and characteristics of the materials –the size of a particle, surface, cover and aggregates– whose manipulation requires powerful microscopic instruments such as the atomic force microscope (AFM) and the laser tunnel effect scanner (STM), as well as other instruments and programs such as optical pincers and simulators of molecular behaviour. This enables interventions to be made lower to higher by manipulating nanoparticles to produce new structures and functions as well as from higher to lower by reducing pieces of material to nanometric dimensions while all this is conducted to understand new phenomena and to control and activate physical, chemical, electronic, mechanical and biological properties. The advantages are not just simply the size but on this scale resistance, reactivity, conductivity, flexibility and lightness is increased, and with this, energy efficiency and biocompatibility of materials and features in cells and tissue.

These advances are presented as the widest, most complex and promising feature of R&D for the progress of science and technology and thus a benefit to society, environmental conservation as well as energy and economic sustainability. Their applications and the innovation of products range from sectors such as health, energy, communications, automotive sector, optics, electronics, food and cosmetics, to name but a few. Not only do companies carry the term nano in their names and call their products by it, but this name is also applied to several fields of knowledge, such as nanomedicine. One example of this in the field of health, bio-nanotechnology products and applications include things such as:

- nanosurgery which benefits from atomic force microscopes to manipulate nanometric needles which penetrate cellular and nuclear membranes,
- regenerative medicine with applications of stem-cell nanotechnology for things such as engineering tissue and bone transplants,

- early detection and diagnostics with image techniques which use contrasting nanoresources such as *quantum dots*, and nanometric biosensors to monitor the analysis of biochemical parameters in biological fluids or tissues,
- the use of nanoparticles aimed magnetically to eliminate cancer cells by hypothermic needles, as well as the dosage of medicines which facilitate absorption and even penetration through the skin and can also be targeted at organs.

Among the many benefits of nanotechnology lies environmental and economic sustainability since it is predicted to be one of the soundest opportunities of growth in the world, in areas such as water remediation, increasing energy efficiency, optimizing long-term storage and packaging for consumer products and also one of the strongest driving forces for industrial and commercial technology-based development.

While accepting scientific excellence, technological and industrial competitiveness and social aims, however the properties of materials being altered to this scale and the complexity of manipulation techniques in R&D challenge the ways to define risks and the principle of precaution being applied.

The risks lie in modifying the properties and lifecycle of nanomaterials and detecting and controlling nanometric products and features when these interact with complex organisms ingested, inhaled, injected or absorbed through the skin and implants. Thus toxicity, traceability and biodegradation can affect the whole operating process of materials ranging from the safety of researchers and workers in the industry to future users of these products and the link with its diffusion and persistence in the environment and food chain through other living organisms. And this is linked to other social economic risks derived from business interests and acceptance by future consumers. The investments in this sector and the interests of pharmacology and instrument market are so vast that there is great concern not only for failing to detect the risks of toxicity and traceability in time but also not knowing how to establish regulations for distributive social justice at the right time, since although the problem has so far involved excluding medical treatment from third countries, large scale productivity can now pose exaggerated distribution contradictions to lower costs.

In earlier technical and scientific developments –such as the potential applications of genetically modified organisms, embryonic stem cells, and others – the

promises of benefits were not always covered by public divulgation of risk analysis and assessment, which raised all sorts of doubts and criticism from environmentalists and consumer associations which still last. Now, however, the scope of the nanotechnology platform-research centres, universities and national and international governmental and non-governmental agencies include risk assessments from an early stage as part of the range and follow-up of research projects in addition to the principles of admitting patent concessions. Hence research centres not only aim their projects towards responsible and sustainable nanotechnology to guarantee the safe use of nanoparticles and nanostructured materials from production to elimination but also governmental agencies and business associations issue reports on their websites and develop voluntary codes of conduct reported by professional magazines' editorials and articles.

Indeed this attitude corresponds to the growing maturity of ethics in research inherent to the approval of projects and professional conduct. Hence they also meet a demand to stimulate the transparency of information for society. All this is value added since considering and managing potential risks to promote public safety contributes to encouraging public and private funding and is a guarantee for the development of commercial applications, which benefits public acceptance.

This ethical sensitivity and establishment of research protocols go hand in hand with a renewed interest for critical analysis of risks derived from R&D. Several institutional and scientific reports have acknowledged the existence of a great dispersion among disciplines and subfields which prevents systematic and comparative approaches to examine the toxicology, traceability and biodegradation of nanomaterials in the different channels of bio-interactivity through exposure, gastrointestinal absorption, lungs and others and, once in the blood circulation, its ability to breach the hematoencephalic barrier, placenta and hematosperma.

Hence the complexity of factors involved in measuring toxicity levels to establish the identity or specify and calculate levels of nanotechnology risks involved in experiments together with the lack of standardised methodologies and co-laboratories to control toxicity from experiment to production. Toxicity depends on several factors including size, surface, chemical composition, shape, aggregation, cover and solubility as well as the kinds of exposure and pollution which also vary according to whether they are prolonged or sporadic. In experiments tests are done almost always *in vitro* without the necessary studies and *in*

*vivo* proofs to provide comparative data. On top of this limitation is the lack of standardised experimental sorting, methodology and protocols to examine the lifecycle of nanomaterials and guarantee the reliability of clinical studies.

It should be highlighted that some countries have already taken steps to standardise and regulate nanomaterials and nanoparticles in institutions such as the *American National Standards Institute* (ANSI), the *International Council on Nanotechnology* (ICON), the *US Environmental Protection Agency* (EPA) and also the *International Organization for Standardization* (ISO) and other non government and environmental associations. However, there has been little response to coordinating information from research institutes and business parks, but also among countries, not least on a global scale, since this link must also involve emerging powers (China, India, Brazil and Russia) where in all probability they will manufacture most of their products based on advances in nanotechnology. The OECD's effort to activate a work group on international nanomaterial engineering is remarkable, though only China is included from emerging countries.

Then, the issue focuses on the fact that disciplines, researchers, and industries do not form a homogeneous group, which means that each follows their own code of conduct in each specific field in addition to their own safety regulations, both in laboratories and their commercial network. And the challenge is to agree on what recommendations should be introduced without a unifying knowledge field linked to nanotechnology, where the nano scale is not the bioethical problem but the scope of links among laboratories, industrial processes, research policies and applications to the end products. Of course transparency and cooperation implies broadening bioethical principles which, in this case, are needed to cross information and thus manage to restructure and vectorize assessments of risk and benefit with the aid of cross data bases.

Bearing all this in mind, there is an open debate on the viability of broadening the scope towards nanoethics. While some maintain that nanotechnology means intensifying the disciplines involved, others point to a change of paradigm whose proposals are not future ones but active applications which require the convergence of several areas of ethics and other disciplines. Indeed nanotechnology potentially constitutes an unlimited field of crossed specialities with unlimited applications and investments and competitiveness whose aim is precisely to be unlimited. However, most ethical, legal and social problems expected in the combination of techno-sciences and humanities are not



exclusive to nanotechnology. Bioethics provides already tested principles and methodologies that can be extended to cover specific problems in the field of nanotechnology, which does not mean that concepts should be refined and the scope of principles, confidentiality, privacy, fairness and safety be extended.

Regardless of the use of *nano* or *bio*, since 2000 governmental agencies and International intergovernmental organizations have included on their agendas the suitability of linking the activities which include the “nano” compound with the current legal norms and codes of conduct under which they would be applicable. The fields affected could include scientific research, environmental protection, human rights and technical cooperation.

The European Union has carried out an important task to promote nanotechnology as regards organizing integration in fields over which they have powers on free movement of people, capital, assets and services, as can be seen in the VI and VII Framework Programmes where it spends most of its budget on research projects on nanoscience and nanotechnology. The European Commission’s Recommendation which contains the *Code of conduct for responsible research in the field of nanosciences and nanotechnology*<sup>1</sup> is particularly relevant in this field and aims to guide conduct and which governmental regulations must abide by. However it should be noted that adopting this Code is voluntary for the research community and that, despite the economic effort made by the EU in this field, it has not been able to become established within a clearly legally binding code. On an interstate level, interest on this issue is clear and its framing within the role played by new technologies in international society, with clear evidence of the economic dimension and its consideration as a factor for development as established in the Millennium Objectives which highlight the growing need to place scientific research in line with the participation of all acting parties present and identify the extent of protecting internationally recognised human rights.

Several environmental organizations have also become involved and numerous networks and work groups are particularly active in attempting to identify the problems, follow up risk evaluations, highlight sensitive policies, develop comparative guides and promote activities to publish information on food products, cosmetics, textiles and biofertilizers and their impact on the environment. The reports issued by these institutions and organisations take different

---

<sup>1</sup> C(2008) 424 end, 7 February 2008.

positions which, in a nutshell are: to recommend the principle of precaution and establish moratoria as research advances or apply strict regulations only to the industry to control production; or not recommend the principle of precaution since halting research or establishing limiting moratoria can lead to new conditions of risk due to ignorance.

In this Declaration, the OBD's Opinion Group has agreed that the debate should not focus on the potential impact or adopt advanced or precautionary measures which may lead to fomenting speculative ethics based on future scenarios. By recognising the fact that nanotechnologies provide an opportunity to achieve a co-evolution of new technologies with society based on human needs, social justice and sustainability, the way is to focus bioethical issues on providing realistic recommendations, establishing a broad scope of converging responsibility, safety, communication, cooperation and participation among research institutions, industrial sectors and citizens.

These recommendations must contribute to creating principles and arguments which cover the fundamentals of bioethics and human rights, not only as instruments of protection but of deliberative democracy, involving participation and accountability. In sum, to bring nanotechnology under public deliberation and thus achieve all technical and scientific breakthroughs and applications are conducted while respecting fundamental rights.

The Declaration also puts forward a wide range of recommendations for five key sectors: research institutes and centres, nanotechnology product companies and industries, public authorities, media and citizens, establishing areas of action linked to principles of bioethics that are the result of identifying specific problems: responsibility, safety, transparency, cooperation and participation, according to the proposals in the following table.

---

## RECOMMENDATIONS

Areas of action	Principles
Research institutions	Responsibility
Public Authorities	Safety
Industry	Transparency
Media	Cooperation
Civil society	Participation

### For research centres

1. *Practise responsible R&D in nanosciences and nanotechnologies.* Foment research in nanoscience and nanotechnology whose priority lines are to benefit society.
2. *Guarantee the safety of researchers and all laboratory workers.* Authorise the most suitable treatment of waste products derived from research and apply techniques to detect harmful effects and set up a system of notification. Periodically report the treatments carried out to an external assessment agency.
3. *Effectively, clearly and truthfully strengthen the transmission of information regarding breakthroughs in nanotechnology since risks also derive from keeping the direction and decisions of research invisible.* Highlight the aims, funding, achievements and failures.
4. *Contribute to a transversal cooperation of academic specialists, research centres and industry.* Create channels –institutions and networks– where information can be shared to achieve specific methodologies and comparative standards to evaluate the risks, and when necessary specify the requirements of privacy among competitive projects.
5. *Promote divulgation of knowledge so as to encourage nanodialogue.* Establish links with ELSA experts who contribute to exploring the ethical, legal and social aspects of nanotechnology and thus involve citizens –consumer as-

sociations, companies, the media and others— so that they can give their opinion and take decisions responsibly.

### **For public authorities**

1. *Foment research and development of global public commodities.* Ensure that research policies under which the nanotechnology platform operates are socially and ethically responsible.
2. *Establish regulations covering nanotechnology safety.* Publish information on side effects and set up public registers of these. Implement means to cross data bases and coordinate and organize international standards in addition to an ISO TC/229 certification system to identify products with a nanobrand.
3. *Define the legal guarantees and ethical grounds which should guide the research and applications of nanotechnologies.* Harmonize national and international regulatory systems and establish collaborative frameworks between governments, industry, scientific academies, health organizations and consumers.
4. *Promote cooperation plans among academic institutions, industry, ELSA experts and citizens to establish a communication platform* to coordinate the advances with responsible development of nanotechnology thus guaranteeing critical divulgation of knowledge and informed ethical debates.
5. *Encourage interest in nanoscience and innovations in nanotechnology to achieve public involvement.* Promote scientific studies and divulgation by setting up training programmes at an early stage from the lowest levels to reach the general public promoting social, political and economic reflection on the responsible development of nanotechnology thus guaranteeing suitable knowledge to conduct surveys and consultations on risk perception and acceptability.

### **For industry**

1. *Acknowledge the fact that companies are part of society and the aims of their production must be in line with public interest.* Thus specifying which respon-

sibility criteria are followed in their agenda to prioritise manufacturing and selling products.

2. *Follow the safety rules and establish reliable protocols* to guarantee the protection of workers exposed to nanoparticles in all stages of production in addition to waste treatment, helping to keep the regulations of risk management and safety in laboratories and factories always up to date.
3. *Pursue international standards in controlling investments and intellectual copyright.* Publish the undersigning of institutional and professional agendas to avoid casting any doubts of risk which may be interpreted in negative terms and cause alarm and fear.
4. *Contribute to creating protocols and codes of conduct to promote safety in their laboratories at all stages of research and production.* Balance the protection and dynamics of knowledge to share risk assessment among the research teams and in coordination with the proposed regulations aimed at challenges or global public interest.
5. *Include the assessment of risk of the nanotechnology products in the production costs and invest in divulging knowledge to citizens,* since acceptance by future consumers is crucial in the economic yield of its products.

### **For the media**

1. *Accept the media's crucial responsibility to divulge scientific reports and form opinions, especially when reporting on nanotechnology and its applications* since it involves information that is difficult to transmit due to the complexity of the concept, methodology and expectations raised by its huge potential. This responsibility must exist when weighing up the risks and benefits and checking the reliability and neutrality of sources.
2. *Bear in mind the principle of precaution and take extra care in the way information is transmitted regarding the risks or benefits of nanotechnologies* so as not to raise false hopes or create unnecessary alarm.

3. *Check and clearly explain the origin of the news and the possible underlying conflicts of interest.* This is a general duty for journalists but requires even more care when transmitting information regarding science and health.
4. *Sharing data is more important than competing for data.* It is crucial to cooperate in providing access to information between groups to affect the transfer of knowledge and frame the problems by including plural principles and multidisciplinary viewpoints.
5. *Increase the areas of scientific divulgation in the media which include ethical concerns in controversial issues.* Highlight the importance of critique and validation of scientific information which the society receives.

### **For civil society**

1. *Access to how public management works and the applications and evaluations of research in nanotechnology* since it is a citizen's right and responsibility to be interested in and acquire criteria regarding the benefits and risks of nanoproducts to allow them to give opinions and participate in surveys and debates.
2. *Have accurate information on labelling and dosage of nanoproducts, as safety indicators for citizens and professional organisations and consumers,* thus aiding decisions for purchasing, using and detecting irregularities, or simply notifying of adverse effects.
3. *Guarantee transparency for public acceptance of nano objects, as well as diagnostic techniques and treatments based on nanotechnology,* by exercising rights of autonomy, consent and privacy bearing in mind the complexity of responses and attitudes, interests and social controversies.
4. *Cooperate with scientific institutions and public authorities* when citizens' participation is required in polls, online forums and deliberative debates on the use and appraisal of priorities when developing convergent technologies, thereby contributing to eliminating the democratic deficit in science and technology.

5. *Acquire principles and balanced opinions to ensure nanodialogue* on social problems of global impact regarding unequal access or abusive distribution of nanotechnology applications, and on ethical dilemmas regarding the best relationships between technology, nature and human agency.

## RECOMMENDATIONS

	Research	Public authorities	Industry
Responsibility	Set up responsible R&D in nanosciences and nanotechnologies.	Foment global public interest in R&D policies.	Admit that companies are part of society and the aims of their production must be in line with public interests.
Security	Guarantee the safety of researchers and all laboratory workers.	Establish regulations on the safety of nanotechnology.	Follow prevention rules and establish reliable protocols.
Transparency	Strengthen the transmission of information of breakthroughs in nanotechnology effectively, clearly and truthfully, since the risks also derive from keeping the direction of research and decisions invisible.	Define legal guarantees and ethical basis which must guide research into and applications of nanotechnologies.	Follow international standards in controlling investments and intellectual copyright.
Cooperation	Contribute to cooperation at all levels of academic specialities, research centres and industry.	Promote cooperation plans among academic institutions, industry, ELSA experts and citizens to establish a communications platform.	Contribute to creating protocols and codes of conduct to benefit the safety of laboratories at each stage of research and production.
Participation	Promote spreading knowledge which most favours nanodialogue.	Stimulate interest in nanoscience and innovations in nanotechnologies to achieve the involvement of citizens.	Add risk assessment of the products of nanotechnology to the production costs and invest in divulging knowledge to citizens.



---

<b>Media</b>	<b>Civil society</b>
Accept the crucial responsibility of scientific media and in forming opinions, especially when reporting on nanotechnology and its applications.	Access to knowledge of how the public management works and to the applications of research in nanotechnology.
Take into account the principle of precaution and raise levels of caution in the way information is transmitted when weighing up risks and benefits of nanotechnology.	Have accurate information on the packaging and dosage of nanoproducts, to be used as safety indicators by citizens and professional and consumer organisations.
Clearly compare and show the source of news and conflicts of possible underlying interests.	Guarantee transparency in public acceptance of nano objects, diagnostic treatment and treatments based on nanotechnology.
Sharing data is more important than competing for data.	Cooperate with scientific institutions and public administration.
Increase the areas of scientific divulgation in the media which include ethical concerns in the most controversial issues.	Acquire balanced principles and opinions to ensure nanodialogue.



---

## RELACIÓ DE MEMBRES DEL GRUP D'OPINIÓ DE L'OBSERVATORI DE BIOÈTICA I DRET QUE HAN ELABORAT AQUEST DOCUMENT

*Maria Jesús Buxó*

Catedràtica d'Antropologia, Universitat de Barcelona. Directora de la *Revista de Bioètica y Derecho*. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret PCB-UB, del Grup de Recerca Consolidat "Bioètica, Dret i Societat", Generalitat de Catalunya i del Projecte "Implicaciones bioéticas, jurídicas y sociales de las nanotecnologías", Ministerio de Ciencia e Innovación. Membre de la Comissió de Bioètica de la Universitat de Barcelona.

*María Casado*

Directora de l'Observatori de Bioètica i Dret PCB-UB, Titular de la Càtedra UNESCO de Bioètica de la Universitat de Barcelona i Directora del Màster en Bioètica i Dret, UB. Professora Titular de Filosofia del Dret, Moral i Política, Universitat de Barcelona. Coordinadora del Grup de Recerca Consolidat "Bioètica Dret i Societat", Generalitat de Catalunya i investigadora principal del Projecte "Implicaciones bioéticas, jurídicas y sociales de las nanotecnologías", Ministerio de Ciencia e Innovación. Membre de la Comissió de Bioètica de la Universitat de Barcelona, del Comitè Consultiu de Bioètica de Catalunya i del Comitè de Bioètica d'Espanya.

*Pilar Antón*

Professora Titular de Legislació i Ètica Professional i Cap d'Estudis de l'Escola Universitària d'Infermeria, Universitat de Barcelona. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB, del Grup de Recerca Consolidat "Bioètica, Dret i Societat", Generalitat de Catalunya i del Projecte "Implicaciones bioéticas, jurídicas y sociales de las nanotecnologías", Ministerio de Ciencia e Innovación. Membre de la Comissió de Bioètica de la Universitat de Barcelona.

*Anna Badia*

Catedràtica de Dret Internacional Públic i Directora del Màster en Estudis Internacionals, Universitat de Barcelona. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB i del Projecte "Implicaciones bioéticas, jurídicas y sociales de las nanotecnologías", Ministerio de Ciencia e Innovación.

*Salvador Darío Bergel*

Professor de Dret Mercantil i Titular de la Càtedra UNESCO de Bioètica de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB.

*Lydia Buisan*

Metgessa. Cap de l'Àrea d'Anestesiologia, Reanimació i Tractament del Dolor de l'Hospital General de l'Hospitalet. Professora d'Ètica Mèdica, Universitat de Barcelona. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB, del Grup de Recerca Consolidat "Bioètica, Dret i Societat", Generalitat de Catalunya i del Projecte "Implicaciones bioéticas, jurídicas y sociales de las nanotecnologías", Ministerio de Ciencia e Innovación.

*Lluís Cabré*

Metge. Cap de la Unitat de Cures Intensives, Hospital de Barcelona. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB, del Grup de Recerca Consolidat "Bioètica, Dret i Societat", Generalitat de Catalunya i del Projecte "Implicaciones bioéticas, jurídicas y sociales de las nanotecnologías", Ministerio de Ciencia e Innovación. President de l'Associació de Bioètica i Dret UB i membre del Comitè Consultiu de Bioètica de Catalunya.

*Mirentxu Corcoy*

Catedràtica de Dret Penal i Directora del Departament de Dret Penal i Ciències Penals, Universitat de Barcelona. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB, del Grup de Recerca Consolidat "Bioètica, Dret i Societat", Generalitat de Catalunya i del Projecte "Implicaciones bioéticas, jurídicas y sociales de las nanotecnologías", Ministerio de Ciencia e Innovación.

*Ricardo García Manrique*

Professor Titular de Filosofia del Dret, Universitat de Barcelona. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB, del Grup de Recerca Consolidat "Bioètica, Dret i Societat", Generalitat de Catalunya i del Projecte "Implicaciones bioéticas, jurídicas y sociales de las nanotecnologías", Ministerio de Ciencia e Innovación.

*Roser González Duarte*

Catedràtica de Genètica i Directora del Màster en Biomedicina de la Universitat de Barcelona. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB, i de la Comissió de Bioètica de la Universitat de Barcelona.

*Itziar de Lecuona*

Llicenciada en Dret i Màster en Bioètica i Dret per la Universitat de Barcelona. Professora Associada, Departament de Salut Pública, Universitat de Barcelona. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB, i del Grup de Recerca Consolidat "Bioètica, Dret i Societat", Generalitat de Catalunya i del Projecte "Implicaciones bioéticas, jurídicas y sociales de las nanotecnologías", Ministerio de Ciencia e Innovación.

*Fabiola Leyton*

Llicenciada en Treball Social per la Universidad Católica de Chile i Màster en Bioètica i Dret per la Universitat de Barcelona. Becària de Recerca i Docència de la Universitat de Barcelona. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB, i del Grup de Recerca Consolidat "Bioètica, Dret i Societat", Generalitat de Catalunya i del Projecte "Implicaciones bioéticas, jurídicas y sociales de las nanotecnologías", Ministerio de Ciencia e Innovación.

*Gemma Marfany*

Professora Titular de Genètica, Universitat de Barcelona. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB.

*Eduardo Mariño*

Catedràtic de Farmàcia Galènica i Cap de la Unitat de Farmàcia Clínica i Farmacoteràpia, Universitat de Barcelona. Membre de la Comissió de Bioètica de la Universitat de Barcelona.

*Joaquim Martínez Montauti*

Metge. Coordinador del Servei de Medicina Interna i President del Comitè d'Ètica Assistencial de l'Hospital de Barcelona. Membre del Grup de Recerca Consolidat "Bioètica, Dret i Societat", Generalitat de Catalunya i del Projecte "Implicaciones bioéticas, jurídicas y sociales de las nanotecnologías", Ministerio de Ciencia e Innovación.

*Mariela Mautone*

Metgessa. Cap del Servei d'Hemodiàlisi, Hospital de Clínicas de Montevideo. Professora de Bioètica de la Universitat de la República, Uruguai. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB.

*Andrea Moreno*

Llicenciada en Filosofia i Màster en Bioètica i Dret per la Universitat de Barcelona. Becària de la Universitat de Barcelona. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB.

*Albert Royes*

Secretari de la Comissió de Bioètica de la Universitat de Barcelona i de l'Associació de Bioètica i Dret UB. Membre del Grup de Recerca Consolidat "Bioètica, Dret i Societat", Generalitat de Catalunya i del Projecte "Implicaciones bioéticas, jurídicas y sociales de las nanotecnologías", Ministerio de Ciencia e Innovación.

*Javier Sádaba*

Catedràtic d'Ètica, Universidad Autónoma de Madrid. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB i del Grup de Recerca Consolidat "Bioètica, Dret i Societat", Generalitat de Catalunya.

*Josep Samitier*

Catedràtic d'Electrònica, Facultat de Física, Universitat de Barcelona. Coordinador de la Plataforma Espanyola de Nanomedicina. Director Associat de l'Institut de Bioenginyeria de Catalunya (IBEC) i del Centre de Recerca Biomèdica en xarxa en Bioenginyeria, Biomaterials i Nanomedicina (CIBER-BBN). Membre de l'Institut de Nanociència i Nanotecnologia de la Universitat de Barcelona (IN2UB). Coordinador de la Plataforma Tecnològica Espanyola de Nanomedicina (NanomedSpain) des de la seva fundació.

*Ana Sánchez Urrutia*

Professora Titular de Dret Constitucional, Universitat de Barcelona. Membre del Comitè d'Ètica en Investigació Clínica de l'Hospital Clínic de Barcelona i de la Comissió de Bioètica de la Universitat de Barcelona. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB, del Grup de Recerca Consolidat "Bioètica, Dret i Societat", Generalitat de Catalunya i del Projecte "Implicaciones bioéticas, jurídicas y sociales de las nanotecnologías", Ministerio de Ciencia e Innovación.

*Josep Santaló*

Catedràtic de Biologia Cel·lular, Universitat Autònoma de Barcelona. Membre de l'Observatori de Bioètica i Dret, PCB-UB. Membre del Grup de Treball per l'estudi i la reflexió ètica sobre la recerca biomèdica del Comitè de Bioètica de Catalunya de la Generalitat de Catalunya i del Hinxtion Group: An International Consortium on Stem Cells, Ethics and Law.

*Arantxa Sanz*

Dra. en Química, University of Nottingham. Cap de Projectes Institucionals, Institut de Bioenginyeria de Catalunya (IBEC).

*Josep Terés*

Catedràtic de Medicina, Universitat de Barcelona. Membre del Comitè d'Ètica Assistencial de l'Hospital Clínic i de la Comissió Deontològica del Col·legi de Metges de Barcelona.





## Documents publicats pel Grup d'Opinió de l'Observatori de Bioètica i Dret

- Repercussió i impacte normatiu dels documents de l'Observatori de Bioètica i Dret sobre les voluntats anticipades i sobre l'eutanàsia, 2009
- Document sobre la limitació de l'esforç terapèutic a les unitats de neonatologia, 2009
- Document sobre la interrupció voluntària de l'embaràs, 2008
- Reedició i anàlisi de l'impacte normatiu dels documents de l'Observatori de Bioètica i Dret sobre reproducció assistida, 2008
- Document sobre l'objecció de consciència en sanitat, 2007
- Document sobre proves genètiques de filiació, 2006
- Document sobre el rebuig dels Testimonis de Jehovà a les transfusions de sang, 2005
- Document sobre dones i ciència, 2004
- Document sobre la disposició de la pròpia vida en determinats supòsits: declaració sobre l'eutanàsia, 2003
- Document sobre selecció del sexe, 2003
- Document sobre salut sexual i reproductiva en l'adolescència, 2002
- Document sobre congelació d'òcits per a la reproducció humana, 2002
- Document sobre cèl·lules mare embrionàries, 2001
- Document sobre les voluntats anticipades, 2001
- Document sobre donació d'òcits, 2001
- Document sobre investigació amb embrions, 2000

Disponibles a: [www.bioeticaidret.cat/documentos](http://www.bioeticaidret.cat/documentos)  
[www.bioeticayderecho.ub.es/documentos](http://www.bioeticayderecho.ub.es/documentos)  
[www.bioethicsandlaw.es/documentos](http://www.bioethicsandlaw.es/documentos)



Proyecto: Implicaciones bioéticas, jurídicas y sociales de las nanotecnologías

Ref. SEJ2007-61210/JURI



Associació de Bioètica i Dret