



## TESI DOCTORAL

Títol	Fonaments per a una ètica de les nanotecnologies.
Realitzada per	Pere Ruiz Trujillo
en el Centre	IQS School of Engineering
i en el Departament	Bioenginyeria
Dirigida per	Salvador Borrós i Gómez Albert Florensa Giménez



# Índex

1.	Introducció .....	7
1.1	La pregunta per la tècnica .....	7
1.2	De la pregunta per la tècnica a la pregunta per la nanotecnologia. Motivacions, objectius i estructura de la tesi.....	9
1.3	Breu història de la nanotecnologia.....	11
1.3.1	Auge de la nanotecnologia.....	15
1.4	Algunes fites històriques en el pensament envers la tècnica.....	18
1.4.1	Antecedents de l'antiguitat.....	18
1.4.2	Filosofia de la tècnica .....	22
1.4.3	Ortega y Gasset (1883-1955) .....	24
1.4.4	Martin Heidegger (1889-1976).....	29
1.4.5	Jacques Ellul (1912-1994).....	37
1.4.6	Hans Jonas (1903-1993) .....	41
1.4.7	Jürgen Habermas (1929- ) .....	48
1.4.8	Peter Sloterdijk (1947- ) .....	57
1.5	Perspectives actuals de la nanotecnologia .....	59
1.5.1	Aplicacions, beneficis, riscos i aspectes ètics de la nanotecnologia .....	63
2.	Diferents modes d'afrontar els aspectes ètics de les nanotecnologies. ....	77
2.1	La dificultat d'establir un marc de treball per a la nanotecnologia.....	79
2.2	Diversitat cultural i ètica.....	80
2.3	Diferents enfocaments ètics de la qüestió nano: UE i EUA. ....	82
2.3.1	Contexts culturals i tradicions.....	84
2.3.2	L'enfocament oficial europeu. ....	88
2.3.3	L'enfocament oficial nord-americà. ....	93
2.3.4	Conclusions.....	96
3.	La importància de definir adequadament la nanotecnologia. ....	101
3.1	Definicions. ....	104
3.2	Definicions actuals de nanotecnologia. ....	106
3.2.1	Definicions nominals. ....	108
3.2.2	Definicions teleològiques .....	110
3.2.3	Definicions reals .....	111
3.3	Reflexió realista. ....	112
3.3.1	Aproximació a una definició realista. ....	115

---

3.4	Una reflexió realista sobre les implicacions ètiques de les nanotecnologies.....	124
4.	L'ètica aplicada com a nou enfocament per a la reflexió ètica sobre les nanotecnologies a partir d'una definició epistemològicament realista. ....	131
4.1	Ètica aplicada. ....	134
4.1.1	Tres dificultats per a l'ètica aplicada.....	135
4.2	Ètica discursiva.....	137
4.3	Ètica (discursiva) aplicada .....	140
4.3.1	Ètica aplicada com a hermenèutica crítica de les activitats humanes .....	141
4.4	Estructura de l'ètica aplicada.....	147
4.5	Ètica aplicada de les nanotecnologies .....	148
4.5.1	Bases per a una ètica aplicada de les nanotecnologies .....	150
5.	Conclusions.....	163
6.	Bibliografia.....	169

ANNEX 1. Article publicat a Ramon Llull Journal of Applied Ethics: Are (official) ethical approaches to nanotechnology affected by cultural context and tradition?

ANNEX 2. Article publicat a Comprendre, Revista Catalana de Filosofia: Ethical reflection on nanotechnology; but what does "being nanotechnological" mean? A contribution from an epistemically realist point of view.

ANNEX 3. Currículum acadèmic, cursos, col•laboracions de càtedra, congressos i conferències (participació), congressos i conferències (assistència), publicacions.

# **1. Introducció**



# 1. Introducció

## 1.1 La pregunta per la tècnica

L'home és un ésser tècnic. Però la tècnica ha esdevingut molt més que un mode de ser de l'home. Gairebé tot al nostre voltant és tècnic, fins al punt que ens costa d'imaginar la realitat humana sense l'omnipresència de la tècnica, la qual arriba, més enllà dels objectes tècnics, a tots els àmbits de la vida, inclosa l'organització de la societat i, fins i tot, al nostre mode de pensar. L'home és també, però, un ésser que pregunta, i l'interès per la tècnica no s'escapa a la seva curiositat. La dimensió tècnica és un lloc comú en les reflexions que tenen per objecte investigar la naturalesa de l'ésser humà des de la filosofia. Però la tècnica és molt més que una dimensió humana i és més que un mitjà per a uns fins, com sovint és concebuda. De fet, per alguns grans pensadors<sup>1</sup>, la tècnica s'ha arribat a convertir en medi, el medi on esdevé la vida humana. La pregunta per la tècnica, a banda de ser el títol d'un conegut assaig de Martin Heidegger<sup>2</sup>, ha esdevingut una de les grans preguntes en la filosofia occidental. En tant que reflexió sobre la conducta humana, la filosofia moral –l'ètica- ha estat una de les perspectives des de la qual s'ha observat la tècnica com a objecte de reflexió. Com veurem, sovint aquesta reflexió s'ha centrat en tractar d'identificar quina és l'essència de la tècnica, però també en les relacions que s'estableixen entre home i tècnica, entre ciència i tècnica, així com en l'evolució de la tècnica –i d'aquestes relacions- al llarg de la història, fins arribar al que ha estat anomenada "l'era de la tècnica"<sup>3</sup>. Però la constant acceleració, que constitueix una de les característiques de la tècnica moderna, ens situa ara a les portes d'un moment crucial per a la humanitat. La proliferació de noves tecnologies ens obliga a seguir pensant, des de la filosofia i especialment des de l'ètica, les profundes transformacions que aquestes poden comportar per a la vida humana.

Entre aquestes noves tecnologies, també anomenades "tecnologies emergents", la nanotecnologia ha esdevingut una de les més rellevants en les darreres dècades, tal i com ho demostren la creació d'infinitat d'institucions i departaments dedicats a la

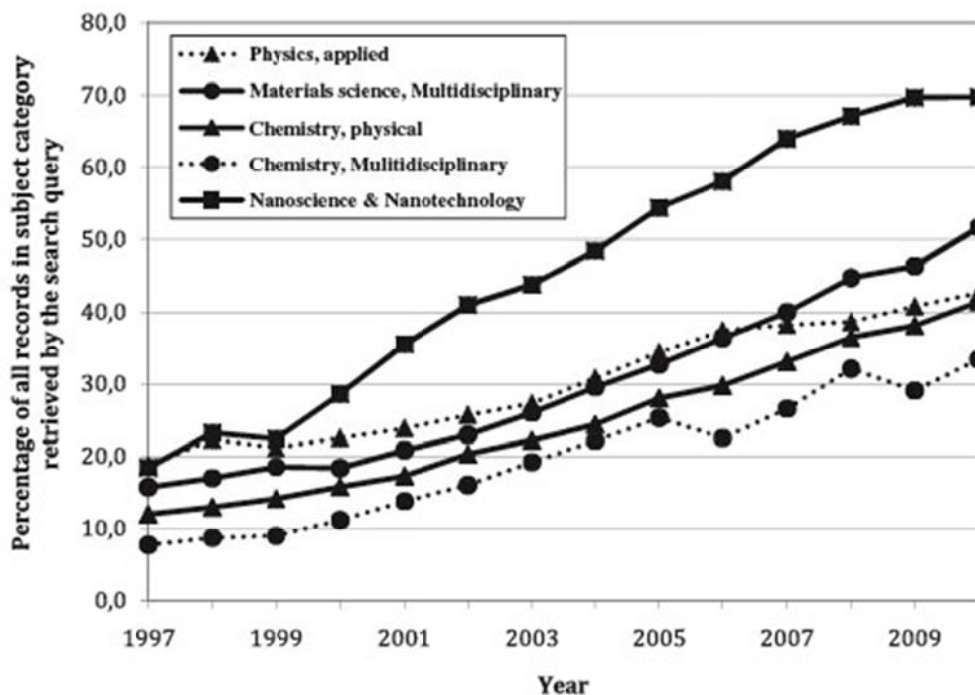
---

<sup>1</sup> Jacques Ellul per exemple.

<sup>2</sup> HEIDEGGER, M., *La pregunta por la técnica*, a *Conferencias y artículos*, Ediciones del Serbal, Barcelona, 1994

<sup>3</sup> O alguna expressió equivalent: "edat de la tècnica", "època de la tècnica".

recerca per al coneixement i el desenvolupament d'aplicacions nanotecnològiques en universitats i empreses, les inversions milionàries<sup>4,5</sup>, públiques i privades, la gran quantitat de publicacions científiques (veure Il·lustració 1.1) o el creixent mercat de productes “nanotecnològics”<sup>6</sup>. La nanotecnologia ha estat fins i tot qualificada per alguns com a “revolució”, la darrera revolució tecnològica, la qual promet transformacions tan profundes en tots els àmbits, que bé mereix una reflexió pausada. Tanmateix, és pràcticament impossible fer una quantificació exacta del creixement de la nanotecnologia, atesa la gran diversitat de camps d'aplicació i la dificultat en definir la pròpia activitat<sup>7,8</sup>.



Il·lustració 1.1. Evolució de les publicacions científiques, per criteris de cerca. Període 1997-2010.

Font: <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=22504.php>

<sup>4</sup> <http://ethics.calpoly.edu/nanoethics/investments.html> Accedit 23/11/2015.

<sup>5</sup> <http://cientifica.com/wp-content/uploads/downloads/2011/07/Global-Nanotechnology-Funding-Report-2011.pdf> Accedit 12/12/2015.

<sup>6</sup> Segons les previsions, la indústria nanotecnològica creixerà fins arribar als 75.8 bilions (americans) de dòlars al 2020.

<http://www.researchandmarkets.com/research/kv6mm5/nanotechnology> Accedit 23/11/2015. Veure també Il·lustració 1.4 més endavant en aquest mateix capítol.

<sup>7</sup> <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=1792.php> Accedit 13/12/2015.

<sup>8</sup> <http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=3946> Accedit 13/12/2015.



## 1.2 De la pregunta per la tècnica a la pregunta per la nanotecnologia. Motivacions, objectius i estructura de la tesi.

En el context de la pregunta per la tècnica que acabem d'esbossar i en el d'una anunciada revolució nanotecnològica que planteja interrogants, se situen les motivacions que donen lloc a la present tesi doctoral. La meua formació pluridisciplinar, amb una enginyeria química d'una banda i una llicenciatura en filosofia de l'altra, em permeten una doble perspectiva, la tècnica i la filosòfica. Això pot resultar escaient per contribuir, modestament, a satisfer la necessitat de pensar la revolució nanotecnològica des de l'ètica i des de la filosofia en general. O si més no, a ajudar a plantejar una eventual "pregunta per la nanotecnologia", tot intentant superar el solc entre les dues cultures plantejat per C.P. Snow<sup>9</sup>.

Però, per què aquesta rellevància de la nanotecnologia? Hi ha base per qualificar-la de revolucionària? I en cas afirmatiu, quina és aquesta base? Quin és l'element revolucionari? Què hi ha de realment nou en la nanotecnologia? I, en què afecta aquesta novetat als diferents àmbits de la vida humana? Aquestes preguntes, que apunten als fonaments mateixos del fenomen nanotecnològic, hauran de trobar resposta al llarg del present treball.

Des de l'afirmació de la necessitat d'una reflexió sobre la dimensió ètica de la tecnociència en general, tot reconeixent l'important paper de les nanotecnologies dins del discurs científic-tècnic actual, es formulen els següents objectius per al present treball:

- Investigar l'estat de la qüestió nanotecnològica, tot analitzant els possibles riscos i beneficis d'aquesta tecnologia.
- Identificar els aspectes ètics associats a la nanotecnologia.
- Raonar sobre si aquests aspectes ètics són específics de la nanotecnologia.
- Avaluar els principals enfocaments en la reflexió sobre els aspectes ètics de les nanotecnologies.

---

<sup>9</sup> Charles P. Snow va encunyar al 1959 l'expressió "Les dues cultures" per referir-se a la ruptura existent en la societat moderna entre la ciència i les humanitats. SNOW, C. P., *Las dos culturas y un segundo enfoque*, Alianza Editorial, Madrid, 1987

- Proposar una definició de “nanotecnologia” que sigui adient per a la reflexió ètica.
- Proposar un enfocament ètic per abordar les qüestions plantejades per la nanotecnologia.

Per tal d’assolir els objectius proposats, s’ha estructurat la memòria tal com es descriu a continuació:

En primer lloc s’ha realitzat un breu repàs per la història de la nanotecnologia i s’ha plantejat l’eventual necessitat d’una reflexió sobre els aspectes ètics de la mateixa. Seguidament, i a mode de base teòrica, s’ha fet un recorregut per alguns dels autors que han pensat la tècnica des de la filosofia i des de l’ètica. Posteriorment, s’han fet alguns apunts sobre les perspectives actuals de la nanotecnologia, incloent referències a les aplicacions, els riscos i els beneficis associats, així com dels possibles aspectes ètics.

Tot seguit, ja en el segon capítol, s’ha investigat l’existència de fonaments per a una ètica de la nanotecnologia diferenciada de la resta de tecnologies i s’ha analitzat la situació actual pel que fa als diferents plantejaments ètics. Concretament s’han analitzat comparativament les posicions ètiques davant de les nanotecnologies de dues de les comunitats occidentals més avançades i compromeses en el seu desenvolupament: la Unió Europea i els Estats Units d’Amèrica.

A continuació, al tercer capítol, s’ha fet un repàs a les definicions de “nanotecnologia” més emprades actualment i s’han constatat les mancances existents pel que fa a definicions de consens per a la terminologia relacionada amb la nanotecnologia. Seguidament, s’ha proposat un enfocament epistemològicament realista amb l’objectiu d’obtenir una definició adequada per al propòsit de la reflexió ètica, la qual cosa ens ha ajudat a formular una nova definició de nanotecnologia.

Finalment, al quart capítol, s’ha proposat una articulació per al que constitueixen unes bases per a una ètica aplicada de les nanotecnologies. Aquesta proposta s’ha realitzat després d’introduir breument l’ètica discursiva, una via que hem considerat adequada, ateses les característiques de les nanotecnologies i les de la societat en la que l’activitat nanotecnològica s’haurà de desenvolupar.

### 1.3 Breu història de la nanotecnologia

L'ésser humà ha fet ús de les propietats derivades de la nanoescala des de fa segles. Així, l'anomenada Copa de Licurg va ser fabricada al voltant del segle IV aC.. Es tracta d'un objecte únic que, a banda del seu interès històric, ha despertat en els darrers anys un creixent interès entre la comunitat científica. La peculiaritat d'aquesta peça és que el vidre amb qual està feta és un vidre dicroic, és a dir, que presenta diferents coloracions segons siguin les condicions de llum a les quals se'l sotmet. A més, el color de la copa també depèn del líquid que conté. La fabricació moderna del vidre dicroic va ser desenvolupada per la indústria aeroespacial, i requereix d'un laboratori amb un alt grau de desenvolupament tecnològic. Per això resulta sorprenent que un taller de fa 24 segles disposés de les condicions necessàries per fabricar un calze amb aquestes propietats. L'explicació més plausible és que aquest vidre es va obtenir casualment, perquè en aquell moment ningú no era conscient dels mecanismes que permetien obtenir el vidre dicroic. Òbviament, l'artesà tampoc no era conscient de que allò que estava fent es convertiria segles més tard en objecte d'estudi per als investigadors d'un camp tecnocientífic que s'anomenaria "nanotecnologia". Però quina relació té la Copa de Licurg amb la nanotecnologia? El fenomen òptic que acabem de descriure es deu a la presència, en una proporció específica, de partícules nanomètriques d'or i plata (50-70 nm). Aquestes nanopartícules, convenientment dispersades en el si del vidre, fan que aquest respongui de manera diferent a la reflexió i a la transmissió de la llum.

L'efecte que acabem de descriure és el mateix que es pot observar en els vitralls d'algunes catedrals. Aquests són dos dels nombrosos exemples d'objectes antics que presenten fenòmens deguts a propietats específiques associades a la nanoescala. Altres exemples són: les llegendàries espases de Damasc, increïblement esmolades alhora que extraordinàriament resistents, gràcies als nanotubs de carboni i carburs de ferro formats durant el procediment que empraven els indis per forjar l'acer fa 2000 anys; les ceràmiques de Manises amb la seva característica lluentor metàl·lica produïda per nanopartícules de coure i plata; o els pigments blaus (anyil) dels temples maies, amb una estabilitat fora de l'habitual, aconseguida gràcies a la nano-protecció en un substrat inorgànic del colorant orgànic (indi extret de la planta *indigofera tinctoria*) responsable de la coloració.

Bona part del misteri que envoltava totes aquestes aplicacions tecnològiques de l'antiguitat ha anat esvaint-se en les darreres dècades amb el desenvolupament de tota una sèrie de noves tecnologies, entre les quals es poden trobar totes aquelles incloses en el que s'ha batejat genèricament com a "nanotecnologies". Gràcies al desenvolupament de tècniques que ens permeten accedir a l'escala nanomètrica, s'han pogut desvetllar els secrets nanoscòpics que amagaven tots aquests objectes. La qüestió és si el fet que aquests secrets siguin nanoscòpics -és a dir, que només puguin ser observats a través d'un instrument capaç de detectar objectes en l'escala nanomètrica i amplificar-los fins una escala observable per als humans- converteix automàticament aquestes aplicacions en "nanotecnològiques" de ple dret. I en qualsevol cas, què vol dir, per a una aplicació, ser "nanotecnològica de ple dret"? Provarem de respondre a aquesta pregunta al llarg del present treball.

Si deixem de banda tot allò anterior a la presa de consciència de la seva existència, i ens introduïm en el que ja podem considerar la història de la nanotecnologia, és necessari començar parlant de Richard Feynman i d'Eric K. Drexler. Aquests dos cèlebres científics, especialment el primer, guanyador del Premi Nobel de física de 1965, són dues referències clàssiques a l'hora de fixar les fites en el relat històric de la nanotecnologia. Quines van ser les seves aportacions? Les veiem a continuació.

Richard Feynman és un dels físics més importants i mediàtics del segle XX. Guanyador del Premi Nobel pels seus treballs en electrodinàmica quàntica, va ser membre del Projecte Manhattan i autor de diversos llibres de gran popularitat<sup>10</sup>. El 29 de desembre de l'any 1959, al *California Institute of Technology*, Feynman va pronunciar la conferència titulada "*There's plenty of room at the bottom*"<sup>11</sup>, que anys més tard passaria a ser considerada com l'acta fundacional del que el japonès Norio Taniguchi va batejar els anys 70 com a "Nano-Tecnologia"<sup>12</sup>. En el seu discurs, Feynman convidava a imaginar la possibilitat d'accedir a la base, al fons de la matèria, per descobrir un món literalment ple d'espai, on poder desplegar una nova tecnologia capaç de portar a la

<sup>10</sup> Entre els més populars: FEYNMAN, R., P. Ralph Leighton, ed., *Surely You're Joking, Mr. Feynman!: Adventures of a Curious Character*, W. W. Norton & Co. 1985; FEYNMAN, R., P. Ralph Leighton, ed., *What Do You Care What Other People Think?: Further Adventures of a Curious Character*, W. W. Norton & Co. 1988.

<sup>11</sup> <http://www.its.caltech.edu/~feynman/plenty.html> Accedit 11/10/2014.

<sup>12</sup> TANIGUCHI, N., *On the Basic Concept of 'Nano-Technology'*, Proceedings of the International Conference on Production Engineering, Part II (Japan Society of Precision Engineering), Tokyo, 1974.

humanitat a la darrera frontera en el domini de la natura. L'eminent físic va visualitzar aplicacions diverses: des d'encabir l'Enciclopèdia Britànica en el cap d'una agulla o emmagatzemar la informació dels 24 milions de llibres de les principals biblioteques del món en l'espai d'una revista, fins a construir sistemes biològics, tot passant per la superconductivitat, la fabricació d'ordinadors extremadament petits o la síntesi de productes químics per la via de col·locar directament els àtoms allà on volguéssim.

La conferència "*There's plenty of room at the bottom*" va trigar alguns anys a convertir-se en un referent de la història de la nanotecnologia, però, tal com s'ha dit, a dia d'avui hi ha qui la considera l'inici de la mateixa. Però, és legítim considerar el Dr. Feynman com a "pare de la nanotecnologia"? ¿Es pot considerar que la famosa conferència de 1959 va escenificar realment el punt inicial en el procés de gestació de quelcom que no va ser batejat i que no es va començar a desenvolupar fins alguns anys més tard? Realment va ser la llavor dipositada per Richard Feynman durant el seu discurs la que va suposar l'inici del desenvolupament de la nanotecnologia? O més aviat hauríem de considerar que, com un nou Jules Verne, va fer una simple predicció sobre el curs previsible de la tecnologia, la qual va ser rescatada a posteriori i utilitzada com a fita mítica sobre la que construir el relat nanotecnològic? Al cap i a la fi, a Jules Verne, tot i ser-li reconeguda sovint la seva condició de visionari, no se l'ha tractat mai de pare de la navegació submarina o dels viatges a l'espai.

Per altra banda, quina part d'allò que va predir Feynman es pot considerar realment revolucionari? Si la conferència de 1959 va significar el naixement o la concepció de la nanotecnologia, és perquè en aquesta conferència ja s'hi trobava el germen d'aquesta tecnociència. De fet, quina era la llavor lliurada per Richard Feynman en el seu famós discurs de Caltech i que hauríem de trobar avui a la nanotecnologia? Com veurem, aquestes preguntes estan relacionades amb la qüestió de l'essència de la nanotecnologia, la qual esdevindrà capital en la nostra investigació.

Com hem dit, no va ser fins el 1974 que l'investigador nipó Norio Taniguchi va encunyar el terme "nanotecnologia" per referir-se a la fabricació de materials amb precisió nanomètrica. Alguns anys més tard, el 1986, l'enginyer nord-americà Kim Eric Drexler, influenciat per la conferència del professor Feynman, va publicar el seu llibre

*“Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology”*<sup>13</sup>, on desenvolupava el concepte de nanotecnologia molecular, el qual oferia la possibilitat de fabricar màquines complexes i funcionals a escala molecular i plantejava un possible escenari apocalíptic basat en el que va batejar com a *“grey goo”* (plaga grisa). Segons Drexler, aquesta apocalipsi és una hipòtesi vàlida que es derivaria d’una situació en la qual la nanotecnologia molecular estigués fora de control. La nanotecnologia molecular estaria basada en dispositius acobladors a nanoescala, amb capacitat per construir còpies de sí mateixos, és a dir, d’auto-replicar-se, a partir dels àtoms de tota la matèria disponible al seu abast. D’acord amb aquesta hipòtesi, aquests dispositius acabarien per transformar tot el món en una massa (grisa) de dispositius nanomètrics. Encara que les visions de Drexler van gaudir de certa dosi de popularitat en el seu moment, han estat repetidament desqualificades pel gruix de la comunitat científica i avui dia sembla una possibilitat descartada per poc realista.

Al marge de les especulacions i reflexions que assenyalaven la possibilitat d’una nova tecnociència, cal destacar dos fets que van propiciar l’accés operatiu a l’espai que hi ha *al fons* de la matèria, tot obrint la porta a un important ventall d’opcions tecnològiques a nivell atòmic. Aquests fets són les invencions del Microscopi d’Efecte Túnel (STM) i del Microscopi de Força Atòmica (AFM), totes dues esdevingudes durant els anys 80 del segle passat. La resolució de les imatges obtingudes per ambdós instruments està per sota del nanòmetre ( $10^{-9}$  metres), la qual cosa fa realitat el vell somni d’accedir i manipular la matèria a una escala atòmica.

El STM (*Scanning Tunnelling Microscope*) va ser desenvolupat pels investigadors d’IBM G. Binnig i H. Rohrer el 1981, la qual cosa els va valer el Premi Nobel de física de 1986. El principi de funcionament d’aquest instrument és l’anomenat “efecte túnel”, un fenomen quàntic que, per tant, no es pot explicar amb la mecànica clàssica. A grans trets, consisteix en el fet que, a escala quàntica, una partícula que no té l’energia suficient per superar una determinada barrera de potencial, presenta una probabilitat -baixa, però una probabilitat al cap i a la fi- de travessar aquesta barrera. En un STM la diferència de potencial que es crea entre una sonda conductora en forma de punta molt

---

<sup>13</sup> DREXLER, K. Eric, *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*, Doubleday, 1986

fina a la que s'hi aplica un voltatge, i la superfície a estudiar, provoca, a causa de l'efecte túnel, el pas d'electrons des dels àtoms de la superfície cap a la sonda. Aquest pas d'electrons crea un anomenat "corrent de tunelització" que depèn de la posició de la punta, del voltatge aplicat i de la densitat electrònica. Mesurant aquest corrent en tota la superfície, és a dir, fent un escombratge, s'aconsegueix una imatge de les posicions a l'espai dels núvols electrònics dels àtoms superficials amb una resolució nanomètrica i que, per tant, ens permet observar la posició dels àtoms de la superfície estudiada.

Amb l'STM com a punt de partida, el propi G. Binnig va desenvolupar el 1986 l'AFM (*Atomic Force Microscope*). Tot i que tant la idea com la finalitat del nou invent són similars a les del seu precursor, els principis de funcionament difereixen. L'AFM segueix aprofitant fenòmens d'ordre quàntic, però en aquest cas, en comptes de l'efecte túnel, el que s'aprofita és el joc de diferents forces que es donen entre la superfície escanejada i una sonda molt fina situada a l'extrem d'un voladís, una micro-palanca que, mitjançant la llei de Hooke pot mesurar les forces que interaccionen amb la sonda. L'escombratge, en aquest cas de lectures de la micro-palanca, ens dona una imatge de la superfície a nivell atòmic que segons el mode d'operació i el tipus d'interacció mesurada podrà ser, entre d'altres, topogràfica, magnètica o de conductivitat superficial.

Com veurem, el fet de beneficiar-se dels trencadors efectes quàntics que prenen rellevància quan ens acostem a la mida dels àtoms serà clau a l'hora de pensar allò nanotecnològic com a esdeveniment revolucionari dins la història de la tecnociència. Per això, no deixa de ser significatiu que els dos invents que obren la porta a l'espai atòmic aprofitin els fenòmens quàntics que apareixen a l'escala nanomètrica per tal d'acostar-nos a l'estructura bàsica de la matèria.

### **1.3.1 Auge de la nanotecnologia.**

El panorama que es va desvetllar amb les noves tècniques de microscòpia d'alta resolució va despertar la curiositat de molts investigadors. Per primera vegada, a finals del segle XX, la ciència podia dirigir la seva mirada cap a un indret sobre el qual fins

aleshores només n'havia pogut teoritzar. El creixent interès per tot el que semblava tenir alguna relació amb l'escala nanomètrica va començar a desembocar en la creació de centres de recerca específics, laboratoris, departaments d'universitats i empreses tecnològiques fins que, amb l'entrada del nou segle, l'Administració Clinton va anunciar la creació als Estats Units de la *National Nanotechnology Initiative*, una supra-agència governamental dedicada a promoure i gestionar “un futur en el qual la capacitat d'entendre i controlar la matèria a la nanoescala porti a una revolució en la tecnologia i la indústria que beneficiï la societat”<sup>14</sup>, amb un pressupost inicial de 422 milions de dòlars. Un any després, el 2001, la Unió Europea, a través del 6è Programa Marc, destinava 1300 milions d'euros a projectes sobre nanotecnologia, a realitzar durant els quatre anys següents (2002-2006). Aquestes iniciatives liderades per les dues grans potències occidentals, els Estats Units i la Unió Europea, posaven definitivament en marxa la cursa nanotecnològica. Durant els anys següents es multipliquen inversions, grups de recerca, institucions, programes de formació, projectes, conferències, congressos, publicacions i productes al mercat, sota l'etiqueta genèrica de “nanotecnologia”.

Aquest indubtable creixement durant el període inicial de desenvolupament de la nanotecnologia, es veu tanmateix acompanyat d'una falta de regulació i de definicions terminològiques de l'activitat nanocientífica i nanotecnològica. Una legislació fins ara molt laxa o inexistente, el fet de no disposar d'una delimitació clara i consensuada del domini d'allò que es pot considerar “nanotecnològic”, i la possibilitat de treure profit d'una qualificació associada a la noció de revolució tecnològica, ha fet que la llista de productes, aplicacions i projectes etiquetats com a “nano” s'hagi incrementat de manera poc rigorosa, esdevenint una llista<sup>15</sup> en la que no sempre són tots els que estan ni estan tots els que són.

Les mancances legislatives contrasten amb el gran nombre d'iniciatives entorn a la reflexió sobre els impactes ètics i socials d'una tecnologia que promet una transformació del món inversament proporcional a la petitesa dels objectes amb els que tracta. Amb tot, a diferència d'altres grans innovacions del món tecnològic, en aquest

<sup>14</sup> <http://www.nano.gov/about-nni> Accedit 7/12/2015.

<sup>15</sup> Segons *The Project on Emerging Nanotechnologies*, autors d'un inventari de productes de consum amb base nanotecnològica, a la primera versió que es va publicar de l'inventari, el 2006, el nombre de productes de consum inclosos era de 212. A l'actualitat (2015) són més de 1800 i s'espera que, si es manté la tendència, cap el 2020 aquesta xifra arribi als 3400. <http://www.nanotechproject.org/news/archive/9231/> Accedit 16/11/2015.



cas la reflexió ètica sembla haver volgut avançar-se als esdeveniments. Aquest prudent intent es veu llastat, però, per la pressió provocada per l'acceleració del desenvolupament tecnològic, en front de la pausa que requereix el pensament reflexiu<sup>16</sup>. Tanmateix, quan s'està dient que una tecnologia (o conjunt de tecnologies) pot ser capaç de transformar profundament la indústria i que pot atorgar-nos el poder necessari per alterar a voluntat la "matèria primera" de la que està fet el món que ens envolta i nosaltres mateixos, és fa evident la necessitat de meditar amb cautela l'establiment d'un marc ètic que consideri les seves profundes implicacions per als individus i per a la societat. Per marc ètic hem d'entendre un espai d'acció definit per un ordre moral que ens hauríem d'auto imposar. Aquest ordre, lluny de significar el que alguns erròniament poden considerar un fre al desenvolupament, s'ha de veure com la condició de possibilitat d'un autèntic progrés per a la humanitat. No hi ha llibertat sense límits, i en nosaltres recau la responsabilitat de decidir-los per poder estar segurs de ser els legítims autors del nostre futur. Només agafant amb fermesa el timó podem evitar que sigui l'atzar qui acabi decidint per nosaltres el rumb i el destí cap al que tot progrés es dirigeix<sup>17</sup>. Comencem a ser conscients dels efectes de deixar el progrés i el desenvolupament tecnològic en mans d'un atzar que durant el segle XX ens ha portat per camins ben dispars, des del de l'èxit més clamorós fins al de la barbàrie més absoluta. Al cap i a la fi això significa l'ètica: ser els amos i no els esclaus del nostre propi destí.

Cal però, no caure en l'error de confondre l'ètica amb un llistat de normes en forma de codi deontològic. Un marc ètic no és només un conjunt de fronteres que decidim no traspasar, és també una manera de fer i de pensar. Les nostres accions estan definides pel que som, però alhora defineixen el que som, tant com ho fa el nostre pensament. L'*ethos* d'una comunitat, que vindria a ser el seu caràcter, consisteix en el grup de normes, no necessàriament escrites, de costums, hàbits i concepcions del bé, de la justícia, de la vida bona, entre d'altres idees abstractes, que comparteixen els seus

<sup>16</sup> En relació a l'entronització de la vida activa sobre la vida contemplativa, provocada per l'acceleració en la societat tecnològica, el filòsof d'origen coreà Byung-Chul Han fa una defensa de l'aturar-se a pensar: "(...) precisamente la pérdida de la capacidad contemplativa, que, y no en último término, está vinculada a la absolutización de la vida activa, es corresponsable de la histeria y el nerviosismo de la moderna sociedad activa." BYUNG-CHUL HAN, *La sociedad del cansancio*, Herder, Barcelona, 2012. P. 51. També: "En el marco de la positivización general del mundo, tanto el ser humano como la sociedad se transforman en una máquina de rendimiento autista" Ibid. P. 58. I encara: "La hiperactividad es, paradójicamente, una forma en extremo pasiva de actividad que ya no permite ninguna acción libre. Se basa en una absolutización de la potencia positiva." Ibid., p. 60.

<sup>17</sup> Plató utilitza l'al·legoria del vaixell al Llibre VI de La República, per referir-se al govern de l'estat, és a dir, en l'àmbit de la política.

membres. Tota comunitat té un *ethos* i aquest determina la (bona) conducta dels individus en tant que integrants de la comunitat. És tasca de l'ètica fer-nos conscients i reflexionar sobre aquest *ethos*, més enllà dels interessos i dels punts de vista particulars. I en relació amb els nous reptes que la comunitat es pugui anar trobant en el seu camí, l'ètica ha d'ajudar, de manera crítica, a descobrir-ne el millor encaix possible.

#### **1.4 Algunes fites històriques en el pensament envers la tècnica.**

Val a dir que l'interès en pensar la tècnica des de la filosofia, i en particular des de l'ètica, no és pas una idea exactament nova. Molts autors clau de la història de la filosofia han reflexionat sobre la tècnica. Veiem a continuació algunes reflexions destacades en la història del pensament envers la tècnica que considerem interessant assenyalar. Òbviament en aquesta revisió no hi ha cap intenció de ser exhaustius, ni d'esgotar la profunditat del pensament dels autors, coses ambdues que s'escapen dels objectius d'aquest treball.

##### **1.4.1 Antecedents de l'antiguitat**

Ja a l'albada del pensament filosòfic, a l'Antiga Grècia, pensadors tan importants com Plató o Aristòtil van considerar la tècnica com a objecte mereixedor de la seva reflexió. Tot i així, expressions com "filosofia de la tècnica" o "ètica de la tecnologia" no sorgiren fins segles més tard.

Però abans del naixement del que avui anomenem "filosofia", és a dir, l'intent de donar resposta a les grans preguntes que ens planteja el món a través del pensament i el discurs racional, l'eina de reflexió habitual era el mite. És precisament en l'àmbit dels mites on trobem les primeres referències del que podríem anomenar una reflexió (tot i que no ben bé filosòfica) sobre la tècnica. En aquest sentit farem un esment a grans trets del Mite de Prometeu, un dels recursos mitològics més emprats en el context de la reflexió sobre la tècnica.

Considerat el defensor de la humanitat i segons algunes fonts, el seu creador, Prometeu (una de les divinitats de la mitologia grega) decideix robar el foc a Zeus per entregar-lo als humans, per tal que aquests puguin escalfar-se i cuinar els aliments. El càstig de

Zeus als humans per aquesta ofensa intolerable de Prometeu és la creació de Pandora, la primera dona. Juntament amb Pandora, Zeus també lliura als homes una caixa (o una gerra, segons les versions), amb instruccions de no obrir-la. Un dia, Pandora, portada per la curiositat, obre aquesta caixa i d'ella surten tots els mals que des d'aleshores patirà la humanitat, tot restant dins la capsa només l'esperança. El foc, o més aviat la tècnica necessària per dominar el foc, vindria a simbolitzar en aquest mite la tècnica en general. L'atreviment de Prometeu en desafiar Zeus no és altre cosa que l'atreviment dels homes en desafiar la natura amb l'afany de controlar-la en benefici propi. Les conseqüències d'aquest atreviment acaben sent terribles, perquè obrir la Caixa de Pandora, allibera tot tipus de mals. El Mite de Prometeu vindria a ser doncs una crida a la prudència. La voluntat de control (poder) i la curiositat (coneixement) podrien provocar problemes, així que millor ser cautelosos.

Ja en la reflexió filosòfica, Plató, al final del *Fedre*, un dels seus diàlegs de maduresa, va plantejar la qüestió de l'escriptura (en tant que tècnica). La paraula escrita és en principi presentada com un remei (*pharmakon*) contra la ignorància i l'oblit, per a continuació plantejar la creu de la moneda: en realitat l'escriptura, més que un remei, és un verí per la memòria i per l'autèntica saviesa. De fet, aquest és el doble significat de la paraula grega *pharmakon*: remei i verí. Allò que et pot curar, també et pot matar i això és aplicable als fàrmacs (derivació directa a partir de la paraula grega) però també a la idea més general de tècnica, entesa com a "remei" per "curar" els nostres problemes.

Res millor que llegir el següent fragment del *Fedre*:

*"Sòcrates. -En canvi, quant a la conveniència o inconveniència d'escriure, queda per dir com, segons la manera que es faci, pot ser quelcom que estigui bé o malament. No és veritat?"*

*Fedre. -Sí.*

*Sòcrates.- I saps de quina manera agradaràs més als déus en aquesta qüestió dels discursos, tant en fer-los com en parlar d'ells?"*

*Fedre. - En absolut. I tu?"*

Sòcrates.- *Puc almenys (contar-te) una tradició que ve dels antics, però el que hi ha de veritat en ella només ells ho saben. Amb tot, si per les nostres pròpies forces poguéssim nosaltres descobrir-ho, ens aniríem a preocupar ja més que no pas es figuren els homes?*

Fedre. - *Ridícula pregunta. Va, (conta) ja aquesta tradició que dius que ha arribat a les teves oïdes!*

Sòcrates. - *Doncs bé, vaig sentir dir que va viure a Egipte als voltants de Naucratis un dels antics déus del país, aquell a qui li està consagrat l'ocell que anomenen Ibis. El seu nom és Theuth i va ser el primer a descobrir no sols el nombre i el càlcul, sinó la geometria i l'astronomia, el joc de dames i els daus, i també les lletres. Regnava llavors en tot Egipte Thamus que vivia en aquesta gran ciutat de l'alt país a (que) anomenen els grecs la Tebes egípcia, així com a Thamus l'anomenen Ammon. Theuth va anar a veure'l i, mostrant-li les seves arts, li va dir que havien de ser entregades a la resta dels egipcis. Va preguntar-li llavors Thamus (quins) eren els avantatges que tenia cadascuna i, segons (els li) anava exposant aquell, reprovava o lloava el que en l'exposició li semblava que estava malament o bé. Moltes van ser les observacions que en un i en un altre sentit, segons es (conta), va fer Thamus a Theuth a propòsit de cada art, i seria molt llarg el referir-les. Però un cop que va haver arribat a l'escriptura, va dir Theuth: «Aquest coneixement, oh rei, farà més savis als egipcis i augmentarà la seva memòria. Perquè s'ha inventat com un remei de la saviesa i la memòria». I aquell va replicar: «Oh, Theuth, excels inventor d'arts, uns són capaços de donar l'ésser als invents de l'art, i altres de discernir en quina mesura són avantatjosos o perjudicials per als qui faran ús d'ells. I ara tu, com a pare que ets de les lletres, has dit per afecte a elles l'efecte contrari a què produeixen. Ja que aquest invent donarà origen en les ànimes dels qui l'aprenquin a l'oblit, per descuit del conreu de la memòria, ja que els homes, per culpa de la seva confiança en l'escriptura, seran portats al record des de fora, per uns caràcters aliens a ells, no des de dins, pel seu propi esforç. Així que, no és un remei per a la memòria, sinó per suscitar el record el que és el teu invent. Aparença de saviesa i no saviesa vertadera procures als teus deixebles. Doncs havent sentit parlar de moltes coses sense instrucció, faran la impressió de conèixer moltes coses, malgrat ser en la seva majoria uns perfectes ignorants; i seran enutjosos de tractar, en haver-se convertit, en comptes de savis, en homes amb la presumpció de ser-ho»<sup>18</sup>.*

El que planteja Plató és ben senzill i ho veurem repetit en molts pensadors després d'ell: hi ha una ambivalència que és inherent a la tècnica. Pensar en la tècnica només en funció dels seus beneficis és una simplificació que ens pot portar problemes. Això no vol dir que haguem d'adoptar una postura tecnòfoba, només significa que val la pena parar-se a pensar en les implicacions que comporten els avenços tècnics, des de

<sup>18</sup> Traducció catalana de FiloXarxa. Diccionari enciclopèdic de filosofia, a partir de Fedro, 274b-275e (*El Banquet, Fedó, Fedre*, Orbis, Barcelona 1983.p.363-366). <http://www.pensament.com/filoxarxa/filoxarxa/plat1a3s.htm> Accedit 10/12/2015.

l'escriptura a la nanotecnologia. En el cas de l'escriptura, com a tècnica, l'ambivalència és clara, tal com apunta Plató: d'una banda ens permet alliberar-nos de la necessitat de conservar en la nostra memòria certs coneixements, facilitant-nos així la possibilitat de posseir-ne una quantitat més gran, però d'altra banda pot fer que deixem de recordar, pel sol fet de confiar en que ja ho tenim escrit, abocant-nos, si no anem amb compte, a una falsa saviesa. No podem concloure que Plató ens estigui recomanant que deixem de banda l'escriptura, entre d'altres coses perquè el mateix Plató ens ho està dient a través d'un diàleg escrit, però sí que un entusiasme acrític davant de la tècnica pot ser perillós. Segurament podríem fer una reflexió similar respecte alguns dels avenços nanotecnològics.

És necessari, abans de continuar, fer un petit apunt. Tot i la connexió conceptual i l'evident relació etimològica, el significat que per als antics grecs tenia la paraula *tekhné*, no equival exactament al que avui entenem per "tècnica". Per als grecs, *tekhné* venia a ser una habilitat, un art, un ofici, un *saber fer* alguna cosa, amb la finalitat d'obtenir un resultat útil o bell. Té més a veure amb l'activitat d'un artesà que amb la d'un tècnic o un tecnòleg, en un sentit més o menys ampli. Pot resultar aclaridor que per als llatins el conjunt d'idees recollides sota el mot "*tekhné*" va passar a anomenar-se "*ars*", mot del qual prové el nostre "art". En l'esquema aristotèlic dels sabers, els coneixements *productius* (*poiesis*), entre els quals es trobarien les *tekhné*, ocupen el tercer graó en importància, darrera els *coneixements teòrics* (*theoria*) i els *pràctics* (*praxis*). La *theoria* inclou aquells coneixements (com la metafísica) que no busquen cap finalitat diferent del propi saber, és a dir, són un fi en ells mateixos i la *praxis* aquells que ens serveixen per conduir-nos bé per la vida (com l'ètica o la política). Els *sabers productius* en canvi són aquells sabers humans que ens serveixen per fabricar bé objectes bells o útils. La distinció entre *theoria*, *praxis* i *poiesis* –potser no compartida per tothom o no sempre ben entesa- ha esdevingut clàssica en la filosofia occidental.

Les *tekhné* són doncs un tipus de saber que, d'entrada, no esgota la seva finalitat en el propi saber, si no que cerca un objectiu extrínsec. Un objectiu que, en el cas de les *tekhné* és sempre produir quelcom que abans no existia, amb la finalitat que sigui o bé valuós per als sentits (bellesa) o bé valuós per raons més pragmàtiques (utilitat). El

moment cognoscitiu associat a la *tekhné* té a veure amb un *saber fer* lligat al descobriment d'un hàbit adquirit a través de la pràctica i l'experiència. Vindria a ser allò que té algú que és alhora artista i artesà, algú que comunica una part d'ell mateix a l'objecte fabricat i ho fa coneixent el *com* i el *per a què* d'allò que està fent i no tant tots els *perquè*s. Per això, el que avui entenem per "art" o més aviat per "artesanía" potser s'emmotllaria més a la noció de *tekhné* que el que directament entenem per "tècnica". Queda clar, doncs, que el concepte grec de *tekhné* i la nostra "tècnica" no són conceptes del tot equivalents, tot i la relació històrica i etimològica.

No va ser fins a l'època del Renaixement (c. S. XVI-XVIII), amb l'inici del que anomenem genèricament "ciència moderna", i el nou mode d'entendre el món i el coneixement que porta, que es va començar a distingir entre el que avui entenem per "art" i el que entenem per "tècnica". D'aquesta manera, la tècnica, queda limitada a la producció d'artefactes que resultin útils per a l'home, mentre que l'art s'ocupa dels objectes bells. Aquesta distinció, a més de l'estreta interrelació que comença a establir-se en aquesta època entre la tècnica i la ciència moderna i el tipus de coneixements que aquest complex tècnica-ciència ens proporciona, fa que ja no puguem parlar del mateix concepte de tècnica. Com de seguida veurem, alguns autors parlen de tècnica antiga o tradicional per una banda i de tècnica moderna o "tecnologia" (a partir del S. XVIII) per l'altra, per assenyalar la distinció entre dos conceptes, que si bé estan relacionats, serien essencialment diferents.

#### **1.4.2 Filosofia de la tècnica**

No sembla escabellat emmarcar totes aquestes reflexions, i d'altres, dins una fórmula que podríem anomenar "filosofia de la tècnica". Però no és fins al segle XIX, que Ernst Kapp (1808-1896), en la seva obra "*Fonaments d'una filosofia de la tècnica*" (1877), la fa servir per primera vegada. Comença un període en el que la reflexió gira entorn a la capacitat humana de crear instruments i eines, que en un principi són considerades com a prolongacions dels propis òrgans. La intenció és superar les mancances humanes i sobreviure així als reptes que ens planteja la naturalesa, en una relació entre l'home i el medi natural que s'estableix en base a una dialèctica de domini. Els pensadors, amb un enfocament en clau positivista, analitzen la naturalesa de la tècnica i el seu

funcionament, tot centrant l'atenció en les seves manifestacions, és a dir, en els artefactes que l'home crea per posar-los al seu servei. Encara que durant els segles XVIII i XIX hi ha dues tendències oposades en el pensament, que responen a la divisió entre mecanicistes, amb una concepció del món com una gran màquina que segueix les lleis de la mecànica, i romàntics, amb una idea més "metafísica", la discussió sobre la tècnica es fa sobretot en termes de si aquests artefactes signifiquen un pas endavant o enrere en la nova idea de *progrés*<sup>19</sup>.

Serà al segle XX quan realment comencem a trobar una reflexió més profunda sobre aquesta qüestió. Estem doncs davant de quelcom que, tot i no ser del tot nou (hem vist com ja a l'Antiga Grècia la tècnica es considera mereixedora de reflexió) sí que és relativament jove, com a reflexió formal. I no és estrany que molts grans pensadors del segle XX hagin considerat necessari dedicar temps a meditar seriosament sobre la tècnica, atesos tots els fets històrics ocorreguts durant l'esmentat segle, i els espectaculars canvis en els modes de vida i en la relació dels homes amb el seu entorn, que han tingut el fenomen tècnic com a protagonista en un sentit o un altre.

En efecte, amb el segle XX sorgeixen visions crítiques de la tècnica que contrasten amb la imatge, en general optimista, que havien donat els autors il·lustrats d'una tècnica que, per a ells, semblava destinada a fer-nos lliures. La majoria d'aquestes visions crítiques, a excepció d'alguns casos molt concrets, no s'han d'interpretar com a opinions tecnòfobes, una posició per altra banda absurda, perquè l'ésser humà és, des del punt de vista antropològic, tècnic. En realitat [aquestes visions] reflexionen en profunditat sobre la necessitat d'establir certs límits a la tècnica. Així, teoritzen sobre el sentit de la tècnica, la relació de l'ésser humà amb ella i sobre el paper que ha de jugar en el destí del món i de la humanitat. En general es tracta de posar sobre la taula la possibilitat que no tot el que ens porta la tècnica hagi de ser indiscutiblement bo, i per tant acceptat acríticament, tal com el segle XX s'ha encarregat de demostrar. Aquesta reflexió, entre d'altres coses, porta a un aprofundiment en el canvi de paradigma que suposa la divisió històrico-conceptual de la tècnica de la que parlàvem abans. Si en una primera versió de la divisió, encara circumscrita a la concepció de la tècnica com a

---

<sup>19</sup> SARSANEDAS, A., *La filosofia de la tecnologia*, Editorial UOC, Barcelona, 2007

mera producció d'eines i instruments, Andrew Ure distingia, el 1835, entre artesania i producció industrial<sup>20</sup>, ja al segle XX, diversos autors ofereixen altres divisions que tenen en compte el caràcter complex de la tècnica.

### **1.4.3 Ortega y Gasset (1983-1955)**

Entre aquests autors, Lewis Mumford (1895-1990) i José Ortega y Gasset, per exemple, plantegen divisions de la tècnica en fases o períodes històrics. El nord-americà ho fa en funció de l'evolució dels materials i les fonts d'energia emprades, que determina el tipus de màquines que es desenvolupen en cada període, i també el tipus de mentalitat<sup>21</sup>. El filòsof madrileny en canvi, pren la relació que els homes tenen amb la pròpia tècnica com element diferenciador<sup>22</sup>. Els períodes assenyalats per aquests dos autors no coincideixen exactament en el temps, però és important el fet que ambdós considerin que hi ha raons per justificar una divisió en l'evolució de la tècnica i que aquesta divisió comporta certes implicacions que poden entrar dins l'esfera de l'ètica.

Val la pena que ens aturem breument en la figura d'Ortega i el seu punt de vista sobre la tècnica. A *"La rebel·lió de les masses"*, obra del 1929, la societat massificada, i el propi *home-massa* -possiblement la categoria *orteguiana* per excel·lència- que habita en ella, són el resultat de la combinació entre la democràcia liberal i, precisament, la tècnica.

*"Jamás en toda la historia había sido puesto el hombre en una circunstancia o contorno vital que se pareciera ni de lejos al que esas condiciones determinan. Se trata, en efecto, de una innovación radical en el destino humano, que es implantada por el siglo XIX. Se crea un nuevo escenario para la existencia del hombre, nuevo en lo físico y en lo social. Tres principios han hecho posible ese nuevo mundo: la democracia liberal, la experimentación científica y el industrialismo. Los dos últimos pueden resumirse en uno: la técnica."*<sup>23</sup>

De fet, un dels supòsits de l'obra és plantejar una mena d'*epokhé*, un "posar en suspens" la idea de progrés. No és que Ortega negui l'existència del progrés associat a la tècnica, es limita a advertir del perill de considerar-lo com a quelcom segur i sense contrapartides.

<sup>20</sup> SANSANEDAS, A., Op. cit., p. 14

<sup>21</sup> MUMFORD, L., *Técnica y civilización* (1934)

<sup>22</sup> ORTEGA Y GASSET, J., *Meditación de la técnica*, a *Obras Completas* Vol. V, Revista de Occidente, Madrid, 1964.

<sup>23</sup> ORTEGA Y GASSET, J., *La rebelión de las masas*, a *Obras Completas*, Madrid, 1966, p. 176



*“No hay razón para negar la realidad del progreso, pero es preciso corregir la noción que cree seguro este progreso. Más congruente con los hechos es pensar que no hay ningún progreso seguro, ninguna evolución, sin la amenaza de involución y retroceso.”*<sup>24</sup>

Però és a *“Meditació de la tècnica”* (1939) on es fa més explícita la seva reflexió tècnica. I ho fa des d'un enfocament antropològic. La tècnica es presenta, entre altres maneres de fer-ho, com *“la reforma que el hombre impone a la naturaleza en vista de la satisfacción de sus necesidades”*. Però alerta, *“la técnica no es lo que el hombre hace para satisfacer sus necesidades. Esta expresión es equívoca y valdría también para el repertorio biológico de los actos animales. La técnica es la reforma de la naturaleza, de esa naturaleza que nos hace necesitados y menesterosos”*<sup>25</sup>. És a dir, que els actes tècnics no són aquells amb els que l'home mira de satisfer les necessitats que li imposa la naturalesa, sinó aquells dirigits a *reformular* les circumstàncies naturals per eliminar aquestes necessitats. Posem un exemple del propi Ortega: acostar-se a un foc que ja existeix, per atzar, a causa d'un incendi, i satisfer així la necessitat d'escalfar-se, no és un acte tècnic; l'acte tècnic seria desenvolupar uns procediments, en aquest cas per fer foc, i crear així una circumstància nova més favorable que la natural.

Definir correctament quines són les necessitats humanes resulta clau en el raonament d'Ortega. L'home és un ésser amb carències, per naturalesa. És evident que l'home necessita, objectivament, una sèrie de coses per viure. Però per Ortega, l'home no només viu, també *vol viure*. I *vol fer-ho* d'una determinada manera. L'home no en té prou amb cobrir les seves necessitats biològiques més bàsiques per sobreviure, que podríem anomenar *“condicions objectives del viure”*. Aquest *“voler viure”* no consisteix exclusivament en continuar viu, en seguir estant al món. L'home el que vol és viure bé. *“El hombre no tiene empeño alguno por estar en el mundo. En lo que tiene empeño es en estar bien. Sólo esto le parece necesario y todo lo demás es necesidad sólo en la medida en que haga posible el bienestar. Por lo tanto, para el hombre sólo es necesario lo objetivamente superfluo.”*<sup>26</sup> Per a l'home, allò objectivament necessari per viure només és necessari en tant que fa possible el benestar. *“El bienestar y no el estar es la necesidad fundamental para el hombre, la*

<sup>24</sup> Ibid., p. 193

<sup>25</sup> ORTEGA Y GASSET, J., *Meditación de la técnica*, a *Obras Completas Vol. V*, Revista de Occidente, Madrid, 1964. p. 324

<sup>26</sup> Ibid., p. 328

*necesidad de las necesidades*"<sup>27</sup>. Menjar és una necessitat, sí, però ho és *només* per sobreviure, com ho és per a la resta d'animals. Però la necessitat fonamental de l'home no és menjar, el que és característic en l'home és precisament no tenir prou amb això, amb sobreviure. Per a l'home el *benestar* esdevé una necessitat, la necessitat d'allò superflu. "No tiene duda: el hombre es un animal para el cual sólo lo superfluo es necesario". I en definitiva, "La técnica es la producción de lo superfluo: hoy y en la época paleolítica", heus ací una altra definició de la tècnica. L'home és, doncs, en tant que tècnic, creador d'allò superflu. Arribarà a dir Ortega que "Hombre, técnica y bienestar son, en última instancia, sinónimos."<sup>28</sup> La tècnica, que no és l'adaptació del subjecte al medi, sinó la del medi al subjecte, és consubstancial a l'home en tant que transformació de la naturalesa per tal de satisfer aquesta necessitat humana de construir una vida pròpia, més enllà del manteniment de la pròpia vida. "(...) el hombre no es una cosa sino una pretensión, la pretensión de ser esto o lo otro"<sup>29</sup> diu Ortega. Així doncs, no és la racionalitat tècnica i instrumental el que ens fa humans, sinó el fet que aquesta estigui al servei d'una imaginació que crea projectes de vida a partir d'una vida, d'un espai ple de possibilitats i de circumstàncies.

Però si la tècnica és consubstancial a l'home, si l'home és tècnic des que és home ("*el hombre empieza cuando empieza la técnica*"<sup>30</sup> arriba a dir Ortega a la "*Meditación*"), aleshores, per què aquesta època en la que ens trobem és considerada per molts, també per Ortega, com l'*època de la tècnica*? Per respondre això, cal fer esment de la periodització de la història de la tècnica que ens ofereix Ortega, no en base a l'aparició de determinats invents ("*Desde luego, hay que rechazar el que fuera más obvio: segmentar la evolución fundándose en la aparición de tal o cual invento que se considera muy importante y característico*"<sup>31</sup>), sinó en funció del tipus de relació que s'estableix entre la tècnica i l'home, tal com hem avançat unes línies més amunt ("*A mi entender, un principio radical para periodizar la evolución de la técnica es atender la relación misma entre el hombre y su técnica o, dicho en otro giro, a la idea que el hombre ha ido teniendo de su técnica, no de ésta o la*

<sup>27</sup> Ibid., p. 328

<sup>28</sup> Ibid., p. 329

<sup>29</sup> Ibid., p. 339

<sup>30</sup> Ibid., p. 342

<sup>31</sup> Ibid., p. 359

*otra determinadas, sino de la función técnica general.*"<sup>32</sup>). Segons aquest criteri de tall fenomenològic, tindriem tres estadis de la tècnica, que corresponen a tres tipus de relació: la "tècnica de l'atzar", la "tècnica de l'artesà" i la "tècnica del tècnic".

En la primera etapa, que correspondria a la de l'home prehistòric, tot i ser ja un primer estadi tècnic, l'home no és conscient de la seva capacitat per transformar el món, no és conscient de la tècnica. Els seus actes tècnics no són deliberats, actua pràcticament per atzar. La tècnica d'aquesta etapa és molt senzilla i la pot portar a terme qualsevol membre de la comunitat. Gairebé no es distingeix d'allò natural: un home pot fer foc de la mateixa manera que pot caminar.

La tècnica de l'artesà és "*la técnica de la vieja Grecia, es la técnica de la Roma pre-imperial y de la Edad Media*"<sup>33</sup>. Tot s'ha fet molt més complex, i ja no qualsevol, sinó només alguns individus, concretament els artesans, duen a terme els actes tècnics, entre els quals hi ha més repetició que invenció conscient. L'artesà ha de passar per un llarg període d'aprenentatge abans d'adquirir una tècnica que produeix instruments, però no encara màquines, una distinció que és essencial per Ortega, perquè resulta clau en el pas a la següent època.

Finalment, Ortega assenyala la seva com l'època de la tècnica, que correspon al segle XIX i XX. Es caracteritza principalment per un desenvolupament tècnic i uns resultats tan espectaculars i integrats a la vida que l'home ja no pot viure sense *aquesta* tècnica ("*hoy los supuestos técnicos de la vida superan gravemente los naturales, de suerte tal que materialmente el hombre no puede vivir sin la técnica a que ha llegado*"<sup>34</sup>). Les màquines ("*esto es, (el) aparato que actúa por sí mismo*") prenen el protagonisme als instruments. Unes màquines que, de fet, també treuen protagonisme al propi home: "*No es ya el utensilio que auxilia al hombre, sino al revés: el hombre queda reducido a auxiliar de la máquina.*"<sup>35</sup> La figura que expressa més clarament l'esperit d'aquesta època és la de l'enginyer, el tècnic, que es distancia de l'obrer.

<sup>32</sup> Ibid., p. 360

<sup>33</sup> Ibid., p. 363

<sup>34</sup> Ibid., p. 367

<sup>35</sup> Ibid., p. 368

Ortega, però, identifica alguns problemes: el mode de pensar d'aquesta època fa, per una banda que l'home arribi a creure que el seu poder és il·limitat, que pot fer realitat tot allò que pugui imaginar, gràcies a la tècnica; per altra banda, l'home, en veure's constantment envoltat per objectes i procediments tècnics, s'acostuma a ells de tal manera que pot arribar a pensar que formen part de la naturalesa, que estan allà per sí mateixos, sense que hagi costat cap esforç que hi siguin. El funcionament de la tècnica en aquesta època, a més, respon a un "tecnicisme" diferent al d'altres èpoques, amb una metodologia basada en l'anàlisi, la descomposició de la naturalesa i l'experiment, com els de la "ciència moderna". De fet, tècnica i ciència moderna són, en el fons, consubstancials en l'època de la tècnica, idea que connecta amb la noció de tecnociència, postulada per altres autors, com el francès Jacques Ellul, com veurem més endavant. Aquest tecnicisme modern, a més, ha acabat per donar a la tècnica l'estatus de *fi en si mateix*, provocant una atrofia de la capacitat dels homes de proposar-se els seus propis fins.

En l'esmentat procés de descomposició de la naturalesa, les tecnologies emergents i, molt especialment la nanotecnologia, que ocupa un lloc destacat entre aquestes, ens podrien estar portant fins al que semblaria ser el darrer dels confins de la matèria, fins *allà al fons*, que diria Feynman. La idea de límit doncs es fa d'alguna manera present, en una època presidida precisament per un pensament que està centrat en la dimensió material i en un poder tècnic presumptament il·limitat. Respon la maquinària tecnocientífica del segle XXI al darrer estadi l'esquema orteguià? En la mesura que la nanotecnologia ens proposa ella mateixa uns determinats models de vida bona quan ens promet determinades *millores*, ¿es podria dir que es manté una autonomia de la (nano)tècnica que continuaria escollint els fins per nosaltres? A més, si és cert que la nanotecnologia suposa haver arribat *al fons -the bottom-* d'alguna cosa, és a dir, a alguna mena de límit, què hi ha més enllà? Podríem estar davant d'un nou canvi de paradigma en la relació entre l'home i la tècnica? Ens trobem en trànsit cap a una *nou estadi de la tècnica*? Per respondre a aquestes preguntes caldria, d'alguna manera, avançar-nos als esdeveniments i predir si entre les transformacions que comportaran les nanotecnologies s'inclouran canvis, per exemple, en les relacions entre l'home i la tècnica. En aquest sentit sembla que les nanotecnologies i altres noves tecnologies

poden convergir per facilitar aplicacions en les que no quedi clara la diferència entre home i màquina. Això suposaria un salt en la relació entre home i tècnica, el qual ens podria portar a parlar d'una *nou estadi de la tècnica*.

#### **1.4.4 Martin Heidegger (1889-1976)**

Un altre dels grans noms de la filosofia, dels més influents del segle XX, que consideren important el problema de la tècnica és el de Martin Heidegger. Resulta difícil entendre el plantejament heideggerià sobre la tècnica sense recordar que el plantejament general del filòsof alemany consisteix en recuperar una metafísica de l'Ésser que, segons ell, l'home fa temps que ha deixat de banda, coincidint amb el desplegament del domini de la tècnica. D'aquesta reflexió metafísica sobre l'Ésser i sobre el lloc de l'home al món, com a subjecte que tracta de desvetllar la realitat de l'Ésser, neix un interès en la tècnica que necessàriament ha de travessar tota la reflexió. Tanmateix, que el tema de la tècnica estigui present, d'una manera o altra, en molts moments del seu pensament, no vol dir que Heidegger no li dediqués algunes reflexions particulars. Hi ha dues obres, concretament dues conferències, en les que es recullen aquestes reflexions més particulars sobre la tècnica: "*La qüestió envers la tècnica*" i "*Gelassenheit*". En la primera, com es pot deduir del títol, la pregunta que es mira de respondre és: *què és la tècnica?* i constitueix una exploració a la recerca de l'essència de la tècnica; en la segona, la qüestió que es planteja és en canvi, *què hem de fer* (davant el fenomen tècnic)?, la qual té un evident rerefons ètic.

Per Heidegger, preguntar és obrir "un camí del pensar". Preguntar *per alguna cosa* és preguntar *què és* aquesta cosa, és a dir, quina és la seva essència. La *qüestió envers la tècnica*, doncs, no és altra cosa que una recerca de la seva essència, com ja hem avançat. Des de la seva primera obra, "*Ésser i temps*" (1927), l'autor alemany enfoca la seva filosofia com un camí metafísic cap a quelcom que, segons ell, la humanitat ha pràcticament oblidat des del moment en que la filosofia platònica va començar a governar el pensament occidental: la qüestió de l'Ésser. Què és l'Ésser? Aquesta és la gran pregunta que ha de fer-se la filosofia i la que es fa ell. Atesa la impossibilitat, com a homes que som, d'intentar respondre a la pregunta des de fora, precisament perquè formem part de l'Ésser, ens cal un procediment indirecte. L'home és l'únic ens capaç de

preguntar-se per l'Ésser i aquest serà el punt de partida escollit per Heidegger: l'existència humana. L'èsser humà, el *Dasein*, és un *ésser-en-el-món* que existeix en tant que *pot ser*. La seva essència està caracteritzada precisament per no ser quelcom ja donat, sinó per trobar-se davant d'un complex de possibilitats que l'obliguen a decidir. La seva existència està indeterminada, sempre inacabada, subjecta a l'elecció i a l'acció. Això precisament és el que, a més, el converteix en un ésser transcendent, perquè surt d'ell mateix per ser un altre, exerceix la seva llibertat organitzant el món, per realitzar allò que ja és, un projecte de sí mateix.

Però Heidegger s'adona que el camí de l'existència humana no és el més adequat per desvetllar la naturalesa de l'Ésser, ja que tot el que pugui trobar estarà passat a través del filtre humà. Per Heidegger –com abans per Nietzsche- l'ocultació i l'oblit de l'Ésser produïda a la filosofia occidental a partir de Plató, és deguda a un determinat ús del llenguatge que es comença a imposar des d'aquell moment. En aquest ús del llenguatge, la noció de "veritat" sobre la que gira la investigació és la de *veritat per correspondència*, la qual ens ha portat a perdre una comprensió de l'Ésser que sí que havien assolit els presocràtics, i especialment Parmènides<sup>36</sup>, amb la noció de veritat com *aletheia* (literalment *des-ocultar, des-vetllar*, en el sentit de revelar, de presentar quelcom que estava ocult). Gràcies a l'*aletheia*, veritat i Ésser estan en una relació adequada per acostar-nos al veritable coneixement de l'Ésser. Recordem que, per Heidegger, *el llenguatge és la casa de l'Ésser*. Així doncs, el llenguatge (i les seves estructures) passa a ser el nou camí en la indagació de Heidegger, precisament perquè és el principal mode d'ocultació de l'Ésser, però alhora, una manera de des-ocultar-lo.

Pel camí del llenguatge doncs, Heidegger arriba en primer lloc a la poesia metafísica, especialment a la de Hölderlin -i després a l'obra d'art en general- com la manera menys contaminada per les rígides estructures que ens imposa la tradició occidental per expressar l'Ésser, ja que el poeta -l'artista en general- s'expressa i expressa la presència de l'Ésser sense sotmetre's a conceptes imposats.

En aquesta exploració de vies a la recerca de l'Ésser, després de passar pel *Dasein* primer i pel llenguatge, la poesia i l'obra d'art després, Heidegger arriba finalment a la

<sup>36</sup> HEIDEGGER, M., *Parménides*, Akal, Madrid, 2005

tècnica. La tècnica esdevé doncs la següent via d'investigació de l'Ésser que intenta Heidegger, i això ho resumeix a *"La qüestió envers la tècnica"*, text en el que investiga, no la tècnica, sinó l'essència de la tècnica, que no són la mateixa cosa (*"La tècnica no es igual que la esencia de la técnica. Si nosotros buscásemos la esencia del árbol, tendríamos que elegir aquello que domina a través de todo árbol en cuanto árbol, sin ser ello mismo un árbol, que se pudiera encontrar entre los restantes árboles."*<sup>37</sup>). I a més, l'essència de la tècnica no és quelcom tècnic, diu Heidegger.

La tradició defineix la tècnica com un mitjà per a uns fins, i també com un "fer" de l'home. Però aquesta definició instrumental i antropològica, tot i no ser incorrecte, resulta incompleta, segons Heidegger, perquè no captura la seva essència. I és al comprendre l'essència de la tècnica que podrem tenir una relació més lliure amb ella. Per al filòsof alemany, la tècnica és també una manera de fer sortir allò ocult, un mode de des-ocultació de l'Ésser, una forma de coneixement. La creació, en el sentit de producció (*poiesis*), ja sigui artística o tècnica, implica una *aletheia*, una manera de desvetllar quelcom, una veritat, que no existeix, però que d'alguna manera ja hi era latent.

*"La técnica no es pues un mero medio, la técnica es un modo del salir de lo oculto. Si prestamos atención a esto se nos abrirá una región totalmente distinta para la esencia de la técnica. Es la región del desocultamiento, es decir, de la verdad."*<sup>38</sup>

Això seria així per la tècnica antiga, entesa com la *tekhné* grega. Però, ho és també per la tècnica moderna?. Per Heidegger, la tècnica moderna, és a dir, la "tecnologia", és un mode de desocultar essencialment diferent.

*"El hacer salir de lo oculto que domina por completo a la técnica moderna tiene el carácter del emplazar, en el sentido de la provocación. Éste acontece así: la energía oculta en la Naturaleza es sacada a la luz, a lo sacado a la luz se lo transforma, lo transformado es almacenado, a lo almacenado a su vez se lo distribuye, y lo distribuido es nuevamente conmutado."*<sup>39</sup>

<sup>37</sup> HEIDEGGER, M., *La pregunta por la técnica*, Op. cit.

<sup>38</sup> *Ibid.*, p. 15

<sup>39</sup> *Ibid.*, p. 18

Més que produir (en el sentit de la *poiesis*), la tecnologia, en retroalimentació amb la ciència, el que fa és *provocar*. Més que portar a la nostra presència quelcom que d'alguna manera estava latent, el que fa és *imposar* el seu domini a la natura, emplaçant-la, provocant-la. I arribant a imposar-se al propi home, al qual allunya de la seva essència natural, tecnificant-lo i per tant, fent-lo menys humà. La tècnica moderna tendeix a convertir-ho tot en tècnic, i aquest és el seu gran perill: la seva tendència totalitzadora, una inclinació a imposar el domini del seu discurs a tota la realitat. Aquesta imposició és per Heidegger l'essència de la tècnica moderna: la *Gestell*, (literalment *Ge-stell: dis-posat*) un terme alemany de difícil traducció, que habitualment significa "prestatgeria" o "bastida", però que en l'ús que li dona l'autor, l'hauríem de traduir com a "marc imposat", o com a "estructura d'emplaçament". En definitiva, "*Ge-stell (estructura de emplazamiento) significa lo coligante de aquel emplazar que emplaza al hombre, es decir, que lo provoca a hacer salir de lo oculto lo real y efectivo en el modo de un solicitar en cuanto un solicitar de existencias. Estructura de emplazamiento significa el modo de salir de lo oculto que prevalece en la esencia de la técnica moderna, un modo que él mismo no es nada técnico.*"<sup>40</sup>. És doncs, una manera diferent de desvetllar allò ocult.

La tecnologia omple literalment la realitat que ens envolta de productes tecnològics, però la seva capacitat d'imposar-se també ens obliga a mirar el món, a classificar-lo i a raonar sobre ell i sobre nosaltres mateixos des d'un marc de referència, des d'una "estructura d'emplaçament", que conté unes categories i valors que són fonamentalment tècnics. El problema va més enllà del fet que estiguem completament envoltats d'aparells tecnològics. La tecnologia colonitza fins i tot la nostra manera de pensar i d'avaluar axiològicament el nostre món, imposant la racionalitat tècnica a tots els àmbits de la vida.

Cabria preguntar-se si l'essència de la tecnologia (la *Gestell*, aquella imposició d'una "estructura d'emplaçament") segueix sent l'essència de les anomenades genèricament "noves tecnologies" o "tecnologies emergents", i en concret de la nanotecnologia. Si considerem que la *Gestell* es manté com a essència de la nanotecnologia, com ho és de la tecnologia, estaríem dient que, en realitat, el que diferencia la nanotecnologia de la

---

<sup>40</sup> Ibid., p. 22



tecnologia en general, no és una qüestió d'*essència*, sinó potser de grau. Aleshores ens hauríem de preguntar si és del tot adequat referir-se a ella com a quelcom *essencialment* nou i diferent.

Si, en canvi, considerem que la nanotecnologia, és a dir, la tècnica que ens permet accedir, a través de la nanoescala a allò que semblen ser els darrers confins de l'ésser material, i controlar les propietats que apareixen en acostar-nos-hi, constitueix una *nova* forma de tècnica, un *nou fer* de l'home, aleshores hem de concloure necessàriament que la nanotecnologia és *essencialment* diferent de la tecnologia, és a dir, que té una essència diferent de la *Gestell*. En aquest cas estariem davant d'un nou canvi de paradigma, en un sentit similar al canvi que afirma Heidegger que existeix entre tècnica antiga i tècnica moderna o tecnologia. No sembla però que el caràcter impositiu essencial de la tecnologia hagi estat substituït per algun altre tret essencial que ens permeti afirmar amb rotunditat la fi de la tecnologia i l'entrada en una nova forma de tècnica. En tot cas sembla que, més que substitució, el que hi ha és una addició –nous trets essencials que se sumen als de la tecnologia- la qual cosa no ens permet tampoc afirmar amb rotunditat que hi hagi un canvi tan essencial.

Heidegger parla també de la relació entre tècnica moderna i ciència moderna. Contràriament al que s'acostuma a creure, la tècnica moderna no seria, en opinió de l'alemany, filla de la ciència moderna. La tècnica moderna no és senzillament l'aplicació de la ciència moderna. Ambdues són maneres de desvetllar el que està ocult i per tant, comparteixen essència. Ciència i tècnica no mantindrien doncs, en la nostra època, una relació de jerarquia en la que el coneixement que ens proporciona la ciència fos la font de la que brollen les aplicacions tecnològiques, com normalment es creu, sinó més aviat una interrelació en la que una i altra es retroalimenten.

A més, en la tècnica moderna es dona una ambivalència: en tant que tècnica, continua suposant, com la tècnica antiga, una via per a la desocultació de l'Ésser, però alhora representa una manera d'ocultar-lo, per la seva capacitat totalitzadora, de domini sobre el món, que forma part de la seva essència. Podríem il·lustrar la diferència entre tècnica antiga i tècnica moderna amb un exemple típicament heideggerià, el d'un vell molí i una gran central hidroelèctrica. Podria semblar que, en tant que mitjans per l'obtenció

d'energia aprofitant recursos naturals, són essencialment equivalents, i que la diferència entre un senzill molí i una gran central hidroelèctrica és simplement una qüestió de grau. I tanmateix són essencialment diferents: mentre que el molí aprofita el corrent d'aigua que li ofereix la natura, integrant-se en ella, i mostrant la seva energia sense modificar-la significativament, la central interromp el cabal del riu, acumulant aigua entre enormes murs de formigó i deixant-la anar de manera calculada per obtenir energia a voluntat. En aquest cas no hi ha integració sinó més aviat provocació, es força la natura i es crea un nou entorn (tècnic), que finalment acaba passant als nostres ulls per un nou entorn "natural"<sup>41</sup>.

Fent un exercici similar, podríem comparar dues aplicacions del vidre dicroic: la d'una copa ritual dedicada a un heroi mitològic com la Copa de Licurg i la de la pantalla del casc d'un astronauta. Encara que en ambdós casos siguin certes propietats associades a la nanoescala les que expliquin les característiques que els fan peculiars, es tracta d'objectes que representen dues tècniques essencialment diferents. Els respectius procediments seguits per a fabricar-los, així com el grau de coneixement dels *perquè*s i dels *per a què*s del que s'està fabricant per part de qui ho està fabricant, fan que aquests dos artefactes representin dues formes diferents de desvetllar l'ocult. La de l'artesà que treballa al seu taller, amb grans dosis d'atzar en un cas, i la del tècnic d'un laboratori d'alta tecnologia, amb la major part dels paràmetres controlats i amb un alt grau de coneixement del que ha de passar en l'altre cas, constitueixen dues formes *essencialment* diferents d'imposar-se a la natura, la de la tècnica antiga i la de la moderna tecnologia. ¿Podríem afirmar que existeix una diferència també essencial entre una aplicació contra el càncer com la quimioteràpia "convencional" i un tractament mitjançant *nanovectors per drug delivery*? Suposa la nanoescala una diferència *essencial* en aquest cas? O més aviat es tracta d'una qüestió de grau de desenvolupament d'una mateixa capacitat tecnològica? Deixarem aquestes preguntes pendents de resposta per més endavant<sup>42</sup>.

---

<sup>41</sup> Ibid., p. 17-18

<sup>42</sup> Al Capítol 3, quan parlem de l'essència de la nanotecnologia amb motiu de l'elaboració d'una definició d'aquesta.

L'altre text de referència en la reflexió heideggeriana envers la tècnica, com ja hem dit, és "*Gelassenheit*"<sup>43</sup>. En aquest text, el títol del qual s'ha traduït freqüentment com a "*Serenitat*", Heidegger aborda la qüestió de la tècnica des d'una perspectiva ètica, és a dir, que adopta un to més propositiu sobre quina hauria de ser l'actitud que hauríem de tenir davant la realitat del món en l'època de la tècnica i els riscos que ens presenta, tot duent la reflexió més enllà del diagnòstic metafísic que havia fet a "*La qüestió envers la tècnica*". La resposta l'anticipa al mateix títol de l'escrit: "*Serenitat*". L'home ha renunciat al mode de pensar que li hauria de ser més propi. El pensament calculador i estratègic, característic de l'època de la tècnica en la que vivim, hauria colonitzat tota l'esfera del pensament, relegant el pensament reflexiu o meditatiu a un pla molt secundari. L'equilibri entre pensament calculador i meditatiu ha de ser recuperat per enfrontar-se als reptes que ens plantegen els fastuosos avenços que ens porta el món tecnològic. El camí passa per posar els objectes tècnics al seu lloc, deixar que descansin en ells mateixos, fer-nos conscients i d'aquesta manera alliberar-nos de la seva tirania. Es podria dir que la recomanació ètica de Heidegger queda força resumida en el següent fragment de "*Gelassenheit*":

*"Hagamos la prueba. Para todos nosotros, las instalaciones, aparatos y máquinas del mundo técnico son hoy indispensables, para unos en mayor y para otros en menor medida. Sería necio arremeter ciegamente contra el mundo técnico. Sería miope querer condenar el mundo técnico como obra del diablo. Dependemos de los objetos técnicos; nos desafían incluso a su constante perfeccionamiento. Sin darnos cuenta, sin embargo, nos encontramos tan atados a los objetos técnicos, que caemos en relación de servidumbre con ellos.*

*Pero también podemos hacer otra cosa. Podemos usar los objetos técnicos, servirnos de ellos de forma apropiada, pero manteniéndonos a la vez tan libres de ellos que en todo momento podamos desembarazarnos (loslassen) de ellos. Podemos usar los objetos tal como deben ser aceptados. Pero podemos, al mismo tiempo, dejar que estos objetos descansan en sí, como algo que en lo más íntimo y propio de nosotros mismos no nos concierne. Podemos decir «sí» al inevitable uso de los objetos técnicos y podemos a la vez decirles «no» en la medida en que rehusamos que nos*

<sup>43</sup> HEIDEGGER, M., *Gelassenheit*, (Serenidad versió castellana de Yves Zimmermann, publicada per Ediciones del Serbal, Barcelona, 1994.)

*requieran de modo tan exclusivo, que dobleguen, confundan y, finalmente, devasten nuestra esencia.*

*Pero si decimos simultáneamente «sí» y «no» a los objetos técnicos, ¿no se convertirá nuestra relación con el mundo técnico en equívoca e insegura? Todo lo contrario. Nuestra relación con el mundo técnico se hace maravillosamente simple y apacible. Dejamos entrar a los objetos técnicos en nuestro mundo cotidiano y, al mismo tiempo, los mantenemos fuera, o sea, los dejamos descansar en sí mismos como cosas que no son algo absoluto, sino que dependen ellas mismas de algo superior. Quisiera denominar esta actitud que dice simultáneamente «sí» y «no» al mundo técnico con una antigua palabra: la Serenidad (Gelassenheit) para con las cosas.*

*Con esta actitud dejamos de ver las cosas tan sólo desde una perspectiva técnica. Ahora empezamos a ver claro y a notar que la fabricación y utilización de máquinas requiere de nosotros otra relación con las cosas que, de todos modos, no está desprovista de sentido (sin- los).”<sup>44</sup>*

Heidegger és sens dubte un dels filòsofs més importants del segle XX i la seva reflexió sobre la tècnica ha de ser tinguda en consideració. El seu diagnòstic sobre l'època que li va tocar viure -i de la que en som hereus- i les seves recomanacions no són en absolut una crida a fugir de la tecnologia, sinó tot el contrari; és més aviat una crida prudent a una actitud serena, a posar les coses al seu lloc, a recuperar l'essència humana més reflexiva i desempallegar-nos del domini al que ens sotmet la tecnologia a través dels seus objectes i estructures de pensament, i tornar així a ser els amos del nostre propi destí.

I és que, en definitiva, la tècnica esdevé una qüestió fonamentalment ètica i política, perquè ètica i política és la voluntat de ser amos, individualment i col·lectiva, del nostre destí, com molt bé explica Hannah Arendt, deixeble de Heidegger, al pròleg de la seva *“La condició humana”*:

*“Este hombre del futuro –que los científicos fabricarán antes de un siglo, según afirman- parece estar poseído por una rebelión contra la existencia humana tal como se nos ha dado, gratuito don*

<sup>44</sup> HEIDEGGER, M., fragment extret de la versió castellana de Yves Zimmermann, publicada per Ediciones del Serbal, Barcelona, 1994.

*que no procede de ninguna parte (materialmente hablando), que desea cambiar, por decirlo así, por algo hecho por él mismo. No hay razón para dudar de nuestra capacidad para lograr tal cambio, de la misma manera que tampoco existe para poner en duda nuestra actual capacidad de destruir toda la vida orgánica de la Tierra. La única cuestión que se plantea es si queremos o no emplear nuestros conocimientos científicos y técnicos en este sentido, y tal cuestión no puede decidirse por medios científicos; se trata de un problema político de primer orden y, por tanto, no cabe dejarlo a la decisión de los científicos o políticos profesionales.”<sup>45</sup>*

#### **1.4.5 Jacques Ellul (1912-1994)**

Un altre dels autors destacats que en el segle passat van reflexionar sobre la tècnica i que ens poden servir de guia en la nostra incursió reflexiva sobre les implicacions de les nanotecnologies, és el francès Jacques Ellul. Per ell, *“Ningún hecho social, humano o espiritual, tiene tanta importancia en el mundo moderno como el hecho técnico. Sin embargo, no hay otro peor conocido”<sup>46</sup>.*

Es podria dir que Ellul arriba a una conclusió similar a la que havia arribat Heidegger, encara que ho fa per un camí diferent: El domini de la tècnica sobre allò humà, una tècnica que ens ha aportat beneficis però que alhora ha esdevingut totalitària i alienant, és quelcom contra el que ens convé estar previnguts. El pensador francès també considera que s’ha de distingir entre dues fases en la relació de l’home amb la tècnica: la de la tècnica tradicional i la de la tècnica moderna, assenyalant el segle XVIII com a punt d’inflexió entre l’una i l’altra. Segons Ellul, la tècnica moderna imposa el seu imperatiu de que *“tot allò que podem fer, es farà”*, i presenta, a més, unes característiques i nous valors que el francès identifica i analitza.

Però l’aportació més gran del pensament *ellul·lià* a la reflexió sobre la tècnica és la noció de *“sistema tècnic”*. Segons Ellul, és erroni considerar la tècnica com un conjunt discret de diferents eines en mans dels humans, que com a tals són èticament neutres i, a més, identificar alguna de les seves característiques amb l’essència del tot. Per evitar aquests errors, Ellul postula la idea de *“sistema tècnic”*. La tècnica moderna, instituïda ella mateixa en *“medi”*, s’acaba imposant als medis natural i social, els dos primers

<sup>45</sup> ARENDT, H., *La condición humana*, Paidós, Barcelona, 2005, p. 30-31.

<sup>46</sup> ELLUL, J., *La edad de la técnica*, Octaedro, Barcelona, 2003, p. 7

contextos en els que s'inscriu la vida de l'home. I ho fa fins al punt de pràcticament fagocitar-los. D'aquesta manera s'arriba a la *societat tècnica*, que és precisament "aquella en la que s'ha instal·lat un sistema tècnic."<sup>47</sup>

Definir amb detall la noció de sistema tècnic postulada per Ellul no és una tasca senzilla, ni un dels objectius d'aquest treball, però sí que val la pena, atesa la importància del concepte, fer com a mínim un petit esbós. El *sistema tècnic*, del que també se n'ha dit *tecnocientífic* o directament *tecnociència*, consisteix en una articulació entre el que Ellul anomena el "*fenomen tècnic*" i el "*progrés tècnic*". Tant l'un com l'altre han de ser explicats des del significat que els dona el pensador bordelès: per "*fenomen tècnic*" no hem d'entendre només un fet antropològic, un tret que ha acompanyat la humanitat des dels seus inicis, hem d'entendre també la recerca intencionada i sistemàtica d'una perfecció en tots els àmbits, motivada principalment per la presa de consciència de la gran capacitat transformadora de la tècnica, un fet que sorgeix específicament al segle XVIII a la societat occidental. El progrés tècnic per la seva banda no es pot simplificar, com se sol fer, sota la idea d'una evolució de les tècniques, sinó que més aviat faria referència a una necessitat intrínseca de la tècnica de transformar-se contínuament.

Ellul atribueix a la tècnica moderna, en definitiva al sistema tècnic –aquell que està constituït per la conjunció de fenomen tècnic i de la progressió tècnica–, una sèrie de característiques que podríem sintetitzar de la següent manera<sup>48</sup>:

- *Racionalitat*: (la tècnica moderna) respon a un procés racional, que exclou allò espontani o de creació personal.
- *Artificialitat*: ens encamina cap a la desaparició del (nostre) medi natural i ens instal·la en un medi tècnic.
- *Autonomia*: respecte del seu promotor, l'home, i respecte de la política, l'ètica, l'economia i la ciència. És potser la característica més essencial del sistema tècnic.
- *Unitat*: Les tecnologies estan interconnectades i són interdependents.

<sup>47</sup> ELLUL, J., *Le système technicien*, Calmann-Lévy, París, 1977, p. 25-26

<sup>48</sup> FLORENSA, A., *La vida humana en el medi tècnic*, Claret, Barcelona, 2010. Capítols 3 a 6.

- *Universalitat*: tant pel que fa a la geografia com pel que fa a pràcticament tots els àmbits humans.
- *Totalització*: El Sistema és més que la suma de les parts que el componen. La tècnica, per una banda, tendeix a una subdivisió dels problemes que porta a una especialització; i per altra banda, es fa present en àmbits en els que abans no hi era. Però al mateix temps hi ha una concatenació de totes aquestes tècniques fragmentàries, que comporta una totalització de la que l'home participa sense ser-ne conscient.
- *Autocreixement*: Qualsevol desenvolupament en un camp repercuteix en altres camps i també pot generar nous problemes dels que la tècnica mateixa se n'haurà d'ocupar;
- *Arrossegament de les tècniques, progressió causal i absència de finalitat*: aquesta característica se situa en la confluència de la "unitat" i l'"autocreixement": les tècniques s'arrosseguen les unes a les altres, amb una absència de finalitats externes;
- *El problema de l'acceleració*: associat amb la qüestió de les possibilitats de preveure l'evolució del sistema;
- *Ambivalència del progrés tècnic*: el desenvolupament tècnic no és ni bo ni dolent, ni és neutre, sinó que és un complex d'elements bons i dolents, impossible de dissociar per obtenir una suposada tècnica "purament bona". És una de les característiques més relacionada amb l'ètica.

Aquestes característiques defineixen un sistema tècnic que dicta les seves pròpies normes passant per sobre de la política, l'economia, la ciència i també de l'ètica. Els únics límits els marca la pròpia tècnica i corresponen al que avui no es pot fer tècnicament; és un sistema que es presenta com un tot d'elements lligats i interdependents, que s'estén arreu i a tots els àmbits, que és més que la suma de les seves parts, que pot generar nous problemes dels que ell mateix se n'haurà d'ocupar, que troba solucions de manera automàtica en base als seus propis criteris interns, i que, a més, tendeix a accelerar-se indefinidament i de forma imprevisible.

La idea de *sistema tècnic* que imposa la seva lògica, com la que proposa Ellul, portada a l'extrem, ens recorda en certa manera la hipòtesi *Grey Goo* plantejada per Drexler com a destí de la nanotecnologia, de la que ja hem parlat. ¿Podria ser interpretada aquesta hipòtesi com una imatge representativa o potser una metàfora del sistema tècnic? ¿Suposa el *Grey Goo* un horitzó de materialització (en el sentit literal del terme) d'un *sistema tècnic* que, finalment, acabaria per transformar literalment l'Ésser material, i també el metafísic, en quelcom tècnic? En qualsevol cas, de la hipòtesi de Drexler podríem inferir que la nanotecnologia pot arribar a ser la facilitadora d'una eventual culminació apocalíptica de la tècnica, entesa aquesta com a sistema tècnic. Ellul no va en aquesta direcció. El que sí afirma en un altre lloc, és que la tècnica prima la imatge per sobre del discurs, fins al punt que en la societat tècnica es dona "l'exclusivitat d'allò visual"<sup>49</sup>. Per això pensem en la potència del *Grey Goo* més com a imatge del sistema tècnic que com a hipòtesi realista, perquè per a "l'home visual", immers en el *medi tècnic*, una imatge val més que mil paraules.

Que la proposta ètica d'Ellul arrenqui de la consideració que l'home es troba ara mateix en un medi tècnic, comporta assumir les característiques de la tècnica com a pròpies del context en el que vivim i prendre consciència del que això vol dir.

Per una banda, la tècnica és ambivalent. És a dir, en contra del tradicional discurs que situa la tècnica més enllà del bé i del mal, la seva ambivalència implica pensar la tècnica com un complex axiològic que no es pot reduir a una dialèctica perfectament dissociada entre *bo* i *dolent*. En aquest complex, els efectes negatius són inseparables dels positius, i això no vol dir, ni molt menys, que la tècnica sigui neutra, ans al contrari. No hi ha cap progrés tecnològic que surti gratis; o el que és el mateix, "tot progrés tècnic es paga"<sup>50</sup>, no només a través dels costos directes que suposa, sinó també a través d'externalitats que normalment no es tenen en compte a l'hora d'analitzar un determinat desenvolupament tècnic, de vegades senzillament perquè són inquantificables. A més, la tècnica sovint planteja problemes més difícils que els que resol, i aquest és un altre dels aspectes que Ellul destaca en la seva anàlisi de l'ambivalència de la tècnica.

<sup>49</sup> ELLUL, J., *La parole humiliée*, Seuil, París, 1981. P. 167

<sup>50</sup> FLORENSA, A., Op. Cit., p. 209



Per altra banda la tècnica és autònoma de la moral, és a dir, no progressa en funció de l'ètica, sinó que crea els seus propis criteris (com són l'eficiència o la productivitat) i els seus propis valors, els valors d'una "moral tècnica", entre els que Ellul n'assenyala tres: la pròpia "tècnica", que esdevé, més que un mitjà o un instrument, un criteri del bé i del mal, del que s'ha de fer i del que no s'ha de fer, és a dir, esdevé un valor en sí mateixa; "allò normal", que ve a substituir "allò moral": ja no se'ns demana actuar bé, sinó actuar "normal", un "normal" que es determina estadísticament o per algun altre mitjà tècnic; i "l'èxit", que és –en el medi tècnic– la recompensa a la Virtut, és a dir, que l'èxit i el fracàs marquen la bondat o la maldat d'una acció (per exemple, d'un desenvolupament tècnic). Així, el que és considerat *bo* o *dolent* en la societat tècnica, immersa en un medi tècnic, passa a dependre d'aquests nous valors tècnics i ja no es permeten els judicis morals en base a d'altres valors.

El gran problema de tot això és, en definitiva, una qüestió de poder: el poder de la tècnica moderna, que és extrínsec i, per tant, que no forma part de l'home i que està vinculat als mitjans. Un poder davant del qual l'home de la societat tècnica no té llibertat. Segons la proposta ellul·liana, per recuperar la llibertat cal una ètica que apunti a la limitació d'aquest poder. Una ètica del "No-poder". No es tracta d'una postura tecnòfoba, com el propi Ellul assenyala en més d'una ocasió de forma explícita, sinó més aviat una disposició a dir "no" al poder de la tecnociència. Un *dir "no"* que ens demostrï que encara som lliures davant el poder de la tècnica, transgredint els límits que aquesta ens imposa. Una transgressió que s'ha de concretar amb la "dessacralització" de la tècnica<sup>51</sup>.

#### **1.4.6 Hans Jonas (1903-1993)**

En moltes ocasions, a l'hora de posar sobre la taula les implicacions ètiques, socials i legals de les noves tecnologies en general i de les nanotecnologies en particular, es parla de "responsabilitat". Doncs bé, l'autor contemporani que més ha influït en el tractament de la noció de responsabilitat en relació amb la tecnologia és l'alemany Hans Jonas, autor de l'obra "*El principi de responsabilitat. Assaig d'una ètica per a la civilització tecnològica*".

---

<sup>51</sup> FLORENSA, A., Op.Cit. Cap. 7.

El plantejament d'aquesta obra, ja des del títol, pressuposa una "civilització tecnològica", la qual reclama una nova ètica adaptada a les seves peculiaritats. La tesi de Jonas, s'explicita al principi del pròleg de l'obra:

*"Definitivamente desencadenado, Prometeo, al que la ciencia proporciona fuerzas nunca antes conocidas y la economía un infatigable impulso, está pidiendo una ética que evite mediante frenos voluntarios que su poder lleve a los Hombres al desastre. La tesis de partida de este libro es que la promesa de la técnica moderna se ha convertido en una amenaza, o que la amenaza ha quedado indisolublemente asociada a la promesa. Es una tesis que trasciende la mera constatación de la amenaza física."*<sup>52</sup>

Quines són aquestes peculiaritats de la tècnica moderna? Per què reclamen un nou enfocament de l'ètica? La peculiaritat més gran és la que es pot associar al concepte d'irreversibilitat. Antigament, amb la tècnica pre-moderna, l'home podia intervenir sobre la natura, però la seva consciència era coherent amb la idea que aquestes intervencions eren reversibles. La natura sempre seria capaç de restablir el seu equilibri. La capacitat tècnica dels homes per modificar el seu entorn no era prou gran com per arribar a un punt de no retorn. En aquest context, la *responsabilitat* era un valor que prenia sentit dins dels límits de la ciutat, en l'àmbit de les relacions humanes. Les accions dels homes tenien un curt abast en el temps i l'espai, "la ètica tenia que ver con el aquí y el ahora"<sup>53</sup>. La natura era vista com a invulnerable. D'alguna manera, sempre estava per sobre de les nostres accions, que si bé podien modificar-la fins a cert punt, mai ho farien fins a un punt en que perillés, ja que el seu enorme potencial de regeneració es considerava inabastable.

Però l'arribada de la tècnica moderna ho va canviar tot. La capacitat tecnològica i el poder que aquesta posa en mans dels homes, eixampla l'abast de l'acció humana d'una manera extraordinària, tot estenent el seu límit espai-temporal més enllà del que mai hauríem imaginat. Ja no podem actuar pensant que els efectes de les nostres accions queden restringits al nostre entorn més proper i a la nostra generació. Els nostres actes, mediatitzats per la tècnica moderna, poden arribar a afectar tot el planeta i a persones

<sup>52</sup> JONAS, H., *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Herder, Barcelona, 1995. P. 65

<sup>53</sup> *Ibid.*, p. 65

amb les que no compartim el present i que formaran part del que s'ha vingut a anomenar les "generacions futures". A més, el punt de no retorn ja no sembla tan lluny. De fet, en alguns aspectes, fa temps que l'hem superat. Aquella reversibilitat de les modificacions a les que sotmetíem a la natura, mitjançant la tècnica tradicional, es fa en molts casos impossible quan el que entra en joc és la tècnica moderna.

Davant d'aquesta irreversibilitat, la natura ha deixat, doncs, de ser invulnerable. La *vulnerabilitat* de la natura davant la potència dels nostres actes, ens obliga a mirar-la d'una altra manera. El raonament parteix de la consideració, no exempta de metafísica, de que tant l'home com la natura tenen fins:

*"De acuerdo con el testimonio de la vida (...), afirmamos que el fin en general se aloja en la naturaleza. Todavía podemos decir algo más en cuanto al contenido: que con la producción de la vida la naturaleza proclama al menos un determinado fin, la vida misma"*<sup>54</sup>

I per això natura i home tenen valor (o valors):

*"Que el mundo tiene valores es cosa que ciertamente se sigue de modo directo del hecho de que tiene fines"*<sup>55</sup>

*"En la medida en que la naturaleza sustenta fines o tiene metas, como ahora queremos suponer, pone también valores; pues en el fin anhelado de facto, y sea cual sea el modo como esté dado, su consecución se convierte en un bien, y su frustración, en un mal"*<sup>56</sup>

A més, tant l'home com la natura, són fins en si mateixos i no pas purs mitjans:

*"En la capacidad de tener en general fines podemos ver un bien-en-sí del cual es instintivamente seguro que es infinitamente superior a toda ausencia de fines en el ser."*<sup>57</sup>

*"En este sentido, cada ser que siente o anhela no es sólo un fin de la naturaleza, sino también un fin en sí mismo, esto es, su propio fin."*<sup>58</sup>

<sup>54</sup> Ibid., p. 134

<sup>55</sup> Ibid., p. 139

<sup>56</sup> Ibid., p. 145

<sup>57</sup> Ibid., p. 146

<sup>58</sup> Ibid., p. 148

El que ha fet la tècnica moderna precisament és transformar homes i natura en mitjans per als fins de la pròpia tècnica. En aquestes circumstàncies pren especial rellevància la necessitat d'una noció renovada de la *responsabilitat*. Si, com dèiem, antigament la responsabilitat era un valor o una virtut individual que es restringia a l'àmbit de les relacions humanes que es donaven a l'interior de la ciutat, en la *civilització tecnològica* és necessari que la responsabilitat incorpori una component col·lectiva (pel caràcter col·lectiu de les accions tecnològiques) que tingui en compte els efectes de les accions tecnològiques del present sobre individus i col·lectius venidors, és a dir, sobre les generacions futures. Això és el que pretén Jonas quan formula el seu *Principi de responsabilitat*, inspirat en l'imperatiu categòric kantian ("Obra de tal modo que puedas querer también que tu máxima se convierta en ley universal"), encara que en aquest cas, l'imperatiu mira d'adequar-se al nou tipus d'accions humanes: "Obra de tal modo que los efectos de tu acción sean compatibles con la permanencia de una vida humana auténtica en la Tierra"<sup>59</sup>; aquesta és la formulació més coneguda del nou imperatiu, que, com es veu, té en compte els efectes de les accions, i per tant inclou una component conseqüencialista.

El principi, però, evidencia una primera dificultat: la impossibilitat de preveure amb precisió quins seran aquests efectes. Sabem que les nostres accions d'avui tindran unes repercussions sobre la societat del futur, que faran que aquesta sigui diferent de la nostra (a diferència del que passava a l'època pre-moderna, en la que hom podia preveure que la vida dels seus fills i néts seria essencialment igual que la seva). El que no podem saber és quins seran aquests efectes, és a dir, com serà aquesta societat del futur i fins a quin punt les nostres decisions d'avui seran la causa d'aquest futur. Reconèixer l'abast d'aquests efectes i aquesta impossibilitat cognitiva és un primer pas que estem obligats a fer. A partir del reconeixement de la pròpia ignorància, Jonas elabora la seva proposta metodològica basada en el que anomena *l'heurística de la por*. Molt resumidament, l'heurística de la por fa referència a anticipar els possibles escenaris resultants de les nostres accions, prestant especial atenció als negatius. No és una qüestió de pessimisme o fatalisme, sinó més aviat de sentit comú i sensatesa. Com qui en veure núvols anticipa que potser plourà, encara que no en té la certesa, i decideix prudentment agafar el paraigües.

---

<sup>59</sup> Ibid., p. 40

Aquest plantejament té una relació evident amb el que es coneix com a “principi de precaució”, un concepte sorgit al darrer terç del segle XX<sup>60</sup>, en un context de crisi ecològica a nivell mundial i en el que el desenvolupament tecnològic fa preveure possibles situacions catastròfiques per a la salut pública o el medi ambient, sense que els coneixements científics dels que disposem ens permetin avaluar el risc amb la certesa que desitjaríem. La combinació entre la gravetat de les possibles conseqüències d’una determinada decisió i la incertesa en l’estimació del risc de prendre-la, constitueixen el fonament de l’aplicació del “principi de precaució”. Aquest principi impregna especialment la postura europea davant dels reptes que plantegen determinades tecnologies, entre les que es poden incloure les nanotecnologies, tal com veurem quan arribem al Capítol 2 del present treball. En el mateix capítol també es farà esment d’algunes de les crítiques que s’han fet al principi de precaució.

Recuperem ara el Principi de Responsabilitat enunciat per Jonas per analitzar un altre dels seus punts importants: *“la permanència d’una vida humana autèntica a la Terra”*. El que Jonas expressa en aquesta part de l’enunciat fa referència a una preocupació per la preservació de l’autenticitat de la vida humana, que podria estar en perill. No es tracta només de no posar en perill l’existència d’homes en un futur, sinó d’assegurar, a més, que aquesta existència sigui autèntica. D’entrada, garantir l’existència, evidentment, suposa una condició de possibilitat del fet que aquesta sigui autèntica. Lògicament, no pot haver homes autèntics si no hi ha homes. I aquest és doncs el nostre primer deure moral: conservar l’existència de la humanitat. Heus ací també una component deontològica, que complementa la conseqüencialista que hem esmentat abans. Plantejar això en el moment en el que ho fa Jonas no és gratuït. I no ho és perquè, fins aleshores, mai no s’havia donat la circumstància que la mateixa existència de la humanitat hagi estat en perill, com sí ho està en la civilització tecnològica, i “només sabem *què* està en joc quan sabem *que* està en joc”<sup>61</sup>.

<sup>60</sup> L’origen exacte del Principi de Precaució és incert. Així, alguns dels orígens que s’han assenyalat són: l’Alemanya dels anys 70 del segle passat; la Comissió Internacional de Protecció Radiològica al 1973; o la Conferència sobre el Medi Ambient humà d’Estocolm al 1972. La Convenció de Viena de 1985 sobre Protecció de la Capa d’Ozó és la primera vegada que es fa servir el Principi de Precaució en el Dret Internacional (BOURG, D. et SCHLEGEL, J.-L., *Parer aux risques de demain - Le principe de précaution*, Editions du Seuil, Paris, 2000, p. 139, 140 y 141). Tanmateix, la seva entrada definitiva a l’escena internacional és a la Declaració de Río de Janeiro sobre el Medi Ambient i el Desenvolupament de 1992.

<sup>61</sup> JONAS, H., *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Op. cit., p. 65

Però, com hem dit, que hi hagi homes no és suficient per a Jonas. Aquests homes s'han de poder comprometre a conservar, a més de l'existència, la seva essència humana. Òbviament, apostar per la conservació d'una determinada essència de l'home implica ja una determinada postura antropològica, i la de Jonas concorda amb la idea que l'home autèntic no és quelcom que encara estigui per fer, sinó quelcom que ja és. Alguns pensen en l'home com quelcom que, mitjançant un suposat progrés, va cap a una eventual "perfecció". Per Jonas, l'home ja és perfecte, o si més no, autèntic. Per això cal preservar-lo.

Però, quina és aquesta "vida humana autèntica" que cal preservar? Atès que *"l'ésser humà és l'únic ens conegut que pot assumir responsabilitat"*<sup>62</sup>, essent això un tret absolutament característic de l'essència humana, la "vida humana autèntica" que caldrà preservar és, doncs, la pròpia d'éssers humans que siguin capaços de continuar preguntant-se per la responsabilitat. I això per sobre, fins i tot, de la felicitat o d'una suposada idea de "perfecció", conceptes que resulten massa inestables com per establir-hi els fonaments de quelcom tan important com el que s'està plantejant: ni més ni menys que l'essència humana. Així doncs, que siguem responsables de la continuïtat d'una vida humana autèntica, vol dir que som responsables de que segueixi existint responsabilitat, o el que ve a ser el mateix, de que sigui possible la llibertat. El nostre compromís amb les generacions futures no té tant a veure amb la seva felicitat o el seu benestar, sinó amb que les generacions futures segueixin essent tan lliures com ho som nosaltres.

Així, per Jonas, la tecnologia requereix una anàlisi més acurada que altres tipus d'acció humana. En particular Jonas destaca cinc aspectes de la tecnologia que la fan mereixedora d'aquesta especial atenció:

*L'ambivalència dels efectes:* Qualsevol capacitat humana en si mateixa es pot considerar bona en el seu ús "legítim", és a dir quan els fins pels que s'utilitza sorgeixen d'una "bona voluntat", en l'ús kantià del terme. Aquesta capacitat només es torna dolenta quan l'ús es torna abús. Ara bé, la tecnologia té la particularitat de posseir un potencial costat amenaçador fins i tot quan els fins vénen determinats per una "bona voluntat".

---

<sup>62</sup> Ibid., p. 65

Una ètica de la tecnologia ha de tenir en compte aquesta ambivalència dels potencials efectes de la mateixa.

*L'automatisme de l'aplicació:* Normalment la possessió d'una capacitat no implica necessàriament el seu ús. Així, pel fet de "poder parlar" no estem contínuament parlant ni ens sentim obligats a fer-ho. Això no sembla ser així amb la capacitat tecnològica que, més enllà d'aquesta diferenciació entre "poder fer" i "fer", presenta una aparent necessitat de ser utilitzada.

*Dimensions globals de l'espai i del temps:* La magnitud de l'activitat tecnològica moderna i els seus efectes transcendeixen el marc local i actual. No n'hi ha prou amb tenir en compte els propis agents i l'entorn immediat. La tecnologia estén les seves repercussions molt més enllà, afectant globalment a individus i comunitats, presents i futures, que tenen el dret a ser tingudes en consideració.

*Ruptura de l'antropocentrisme:* No només les fronteres espai-temporals queden superades, sinó també les de la pròpia espècie. Ja no n'hi ha prou amb tenir com a objecte de l'ètica el bé dels éssers humans. La capacitat tecnològica comporta una responsabilitat dels propis agents que va més enllà de la simple reflexivitat. La tecnologia moderna exigeix que l'àmbit de deliberació acabi sent el conjunt dels éssers vius, humans i no humans.

*El plantejament de la qüestió metafísica:* El potencial apocalíptic que la tecnologia posa a les nostres mans ens obliga també a plantejar des de l'ètica qüestions d'ordre metafísic: Hi ha d'haver una humanitat? Per què? Què vol dir "humà"? S'ha de preservar la integritat genètica del gènere humà?<sup>63</sup>

Per posar un exemple, els escenaris que atorguen a les nanotecnologies el poder de transformar l'ésser humà per portar-lo a un estadi de desenvolupament hipotèticament "superior", amb capacitats físiques i intel·lectuals més enllà de les pròpies de l'ésser humà (inclosa una suposada immortalitat), plantejats per algunes visions transhumanistes, estarien posant en risc aquesta autenticitat humana, la preservació de

---

<sup>63</sup> JONAS, H., *Técnica, medicina y ética. La práctica del principio de responsabilidad*, Paidós Básica. 1ª Edición 1997

la qual és responsabilitat nostra, segons la formulació del propi Principi de Responsabilitat de Jonas.

#### **1.4.7 Jürgen Habermas (1929-)**

El també alemany Jürgen Habermas, un dels filòsofs vius més reconeguts, ens dóna una visió de la tècnica i les relacions que l'home estableix amb aquesta, des del punt de vista de la crítica social. El seu pensament està lligat a la tradició marxista de l'Escola de Frankfurt, de la qual se'l considera membre, concretament del que es coneix com la segona generació. Pel que fa a la tècnica, aquesta ocupa un lloc important al llarg de tota la seva obra, centrada especialment en l'anàlisi de la societat i l'epistemologia.

Potser les dues aportacions més importants de Habermas són la teoria de l'acció comunicativa i la noció de democràcia deliberativa, que formen l'eix de la seva teoria social. Com també veurem en propers capítols, aquestes idees tenen una influència decisiva en la reflexió ètica sobre les implicacions de les nanotecnologies, especialment en l'enfocament adoptat a la Unió Europea.

Tot i el punt de partida marxista, en el desenvolupament de la seva teoria de l'acció comunicativa resulta determinant l'enfocament aristotèlic, al qual Habermas arriba fonamentalment a través de l'obra de Hannah Arendt<sup>64</sup>. El punt de partida és una crítica a la despolitització de l'opinió pública que es dóna en el capitalisme avançat, i per ser una mica més concrets, a la destrucció en l'època moderna de la distinció entre *praxis* i *poiesis* que era pròpia de l'aristotelisme. Així, mentre que en la política clàssica s'entenia que l'eix central es decantava cap a l'acció *pràctica* o *praxis*, és a dir, el diàleg entre ciutadans a la plaça pública per debatre discursivament quins havien de ser els fins per al bé de la comunitat, en la política moderna, especialment a partir de Hobbes, és l'acció *productiva* o *poiesis* la que pren el lloc dominant, convertint la política en tecnociència, a la recerca d'una suposada certesa que no es podia trobar en l'enfocament *pràctic* clàssic. Una tecnificació de la política que ens porta a entendre-la com la mera gestió de recursos per l'obtenció de resultats. Aquesta transformació de la política comporta un desplaçament en el seu àmbit d'aplicació: si la *praxis* anava

<sup>64</sup> ESQUIROL, J.M., *Los filósofos contemporáneos y la técnica. De Ortega a Sloterdijk*, Gedisa, Barcelona, 2011



dirigida a un subjecte, la *poiesis* sempre va dirigida a un objecte. La política tecnificada s'aplica doncs sobre una societat a la que considera objecte i no subjecte. La intenció de Habermas és recuperar la distinció, d'origen aristotèlic, entre dos tipus de racionalitat. Això és el que fa a "*Teoría de l'acció comunicativa*"<sup>65</sup>, una de les seves obres més importants, on defineix l'adaptació d'aquesta distinció per donar lloc a la seva teoria.

Per explicar-ho d'una manera molt esquemàtica, Habermas assimila l'acció *poiètica* a allò que bateja com a *acció racional respecte a fins o orientada al resultat*; i l'acció *pràctica* a allò que anomena l'acció *comunicativa o orientada a la intercomprensió*. O simplement "*trabajo*" i "*interacción*", tal com els defineix a "*Ciencia y técnica como "ideología"*". Aquest treball, o actuar orientat al resultat, no s'ha d'entendre com un actuar exclusivament centrat en la producció d'objectes físics, com podia entendre's la *poiesis* clàssica, o inclús algunes concepcions modernes de "treball", sinó com qualsevol tipus d'acció que vagi dirigida a obtenir uns fins definits d'antuvi.

El següent fragment resumeix l'esquema de Habermas:

*"Voy a partir de la distinción entre trabajo e interacción<sup>66</sup>, que considero fundamental:*

*Por "trabajo" o acción racional con respecto a fines entiendo o bien la acción instrumental o bien la elección racional, o una combinación de ambas. La acción instrumental se orienta por reglas técnicas que descansan sobre el saber empírico. Esas reglas implican en cada caso pronósticos sobre sucesos observables, ya sean físicos o sociales; estos pronósticos pueden resultar verdaderos o falsos. El comportamiento de la elección racional se orienta de acuerdo con estrategias que descansan en un saber analítico. Implican deducciones de reglas de preferencias (sistemas de valores) y máximas generales; estos enunciados pueden estar bien o mal deducidos. La acción racional con respecto a fines realiza fines definidos bajo condiciones dadas. Pero mientras la acción instrumental organiza medios que resultan adecuados o inadecuados según criterios de un control eficiente de la realidad, la acción estratégica solamente depende de la valoración correcta de las alternativas de comportamiento posible, que sólo puede obtenerse por medio de una deducción hecha con el auxilio de valores y máximas.*

<sup>65</sup> HABERMAS, J., *Teoría de la acción comunicativa*, 2 vols., Taurus, Madrid, 1987.

<sup>66</sup> Habermas parla dels orígens a la història de la filosofia d'aquests dos conceptes en un article de 1967, titulat precisament "*Trabajo e interacción*". HABERMAS, J., *Trabajo e interacción a Ciencia y técnica como "ideología"*, Tecnos, Madrid, 2010.

*Por acción comunicativa entiendo una interacción simbólicamente mediada. Se orienta de acuerdo con normas intersubjetivamente vigentes que definen expectativas recíprocas de comportamiento y que tienen que ser entendidas y reconocidas, por lo menos por dos sujetos agentes.”<sup>67</sup>*

Tal com ho explica a “*Teoría de la acción comunicativa*”:

*“El modelo de acción racional con arreglo a fines parte de que el actor se orienta primariamente a la consecución de una meta suficientemente precisada en cuanto a fines concretos, de que elige los medios que le parecen más adecuados en la situación dada, y de que considera otras consecuencias previsibles de la acción como condiciones colaterales del éxito.”<sup>68</sup>*

Forma part d’aquest tipus d’acció, per tant, tot allò que va adreçat a la determinació i l’ús dels *mitjans* adequats per a la consecució d’uns resultats prèviament definits.

Com hem vist, segons una subdivisió proposada pel mateix Habermas, aquests mitjans poden ser instruments o estratègies. Així, tenim que l’acció orientada a resultats pot ser acció instrumental o acció estratègica.

*“A una acción orientada al éxito la llamamos instrumental cuando la consideramos bajo el aspecto de observancia de reglas de acción técnicas y evaluamos el grado de eficacia de la intervención que esa acción representa en un contexto de estados y sucesos; y a una acción orientada al éxito la llamamos estratégica cuando la consideramos bajo el aspecto de observancia de reglas de elección racional y evaluamos su grado de influencia sobre las decisiones de un oponente racional”<sup>69</sup>*

A més,

*“Las acciones instrumentales pueden ir asociadas a interacciones sociales. Las acciones estratégicas representan, ellas mismas, acciones sociales.”<sup>70</sup>*

En canvi, pel que fa a l’acció comunicativa o orientada a l’entesa, es podria dir que en ella els mitjans ja vénen definits: la pròpia inter-comunicació entre subjectes, en unes

<sup>67</sup> HABERMAS, J., *Ciencia y técnica como “ideología”*, Tecnos, Madrid, 2010. P. 68

<sup>68</sup> HABERMAS, J., *Teoría de la acción comunicativa*, vol I, Op. Cit., p. 366

<sup>69</sup> Ibid., vol I, p. 367

<sup>70</sup> Ibid., vol I, p. 367

condicions determinades<sup>71</sup> constitueix justament el mitjà, és l'acció mediatitzada per símbols. Per altra banda, el que es persegueix no són uns fins o uns resultats ja determinats, sinó en tot cas determinar, precisament, quins *han de ser* aquests fins. I no uns fins individuals, sinó compartits.

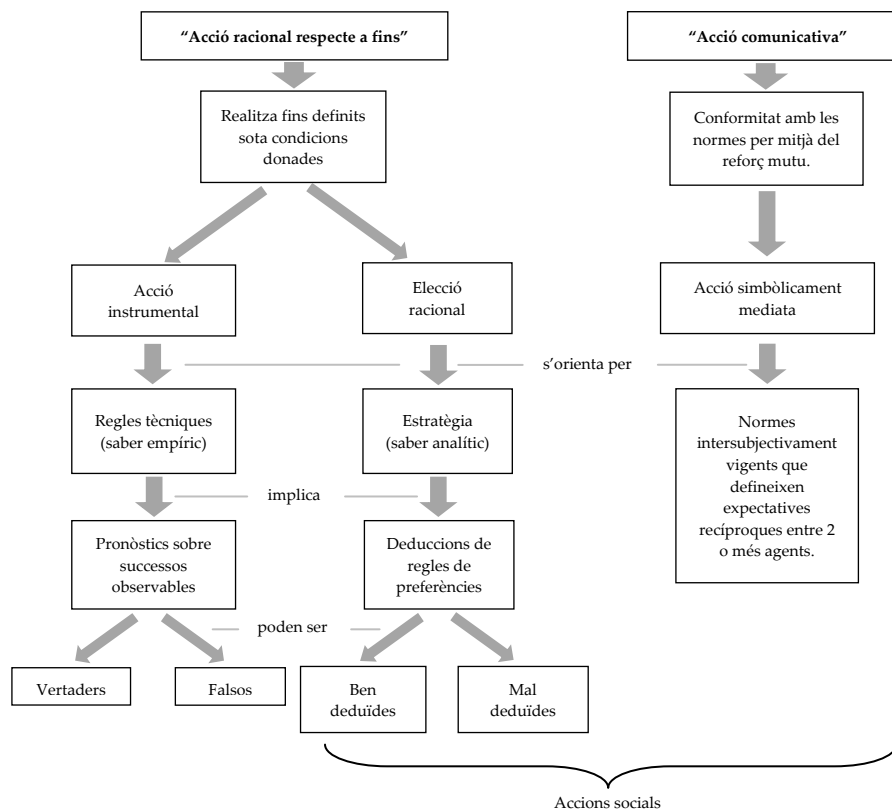
*“Hablo, en cambio, de acciones comunicativas cuando los planes de acción de los actores implicados no se coordinan a través de un cálculo egocéntrico de resultados, sino mediante actos de entendimiento. En la acción comunicativa los participantes no se orientan primariamente al propio éxito; antes persiguen sus fines individuales bajo la condición de que sus respectivos planes de acción puedan armonizarse entre sí sobre la base de una definición compartida de la situación.”<sup>72</sup>*

Així doncs, les accions comunicatives, com les estratègiques són, elles mateixes, accions socials. Estem davant doncs d'una teoria de l'acció, en la que es presenten els fonaments per una teoria de la societat, on l'acció comunicativa, esdevé categoria central.

---

<sup>71</sup> Segons Habermas, els supòsits (o sinònims universals de la parla) que els parlants han de pretendre complir, com a base de validesa de la parla, si es vol assolir un consens comunicatiu són: *intel·ligibilitat, veritat, rectitud i veracitat*.

<sup>72</sup> *Ibid.*, vol I, p. 367



Il·lustració 1.2 Esquema Teoria de l'acció comunicativa. Elaboració pròpia

De l'anàlisi *habermasiana* no s'ha d'extreure que existeixi una separació perfecta entre els tipus d'acció ni que puguem trobar exemples purs dels diferents tipus d'accions esmentats, sinó que més aviat estarem davant de situacions complexes, en les que predomina un o altre tipus.

Convé, però, no oblidar que l'interès de Habermas en la tècnica respon a la seva intenció, que està centrada en la crítica social. En la línia d'altres il·lustres membres de l'Escola de Frankfurt, considera que la filosofia ha de ser fonamentalment crítica ideològica. És amb aquesta idea amb la que Habermas identifica ciència i tècnica com aquelles categories que han guanyat l'hegemonia ideològica en la societat d'avui, i això ho fa a "*Ciència i tècnica com a "ideologia"*"<sup>73</sup>. El cor de la crítica està precisament en l'esvaïment de la distinció entre racionalitat instrumental i racionalitat comunicativa degut al domini que la primera exerceix sobre tots els àmbits d'allò social.

<sup>73</sup> HABERMAS, J., *Ciencia y técnica como "ideología"*, Op. cit.

*“La novedad estriba más bien en un estado evolutivo de las fuerzas productivas que convierte en permanente la expansión de los subsistemas de acción racional con respecto a fines y que, de esta forma, pone en cuestión la forma que las culturas superiores tienen de legitimar el dominio por medio de interpretaciones cosmológicas del mundo. Estas cosmovisiones (...) obedecen a la lógica de los contextos de interacción. Proporcionan una respuesta a los problemas centrales del hombre relativos a la convivencia social y al destino individual. Sus temas son la justicia y la libertad, el poder y la opresión, la felicidad y la satisfacción, la miseria y la muerte. Sus categorías son la victoria y la derrota, el amor y el odio, la redención y la condenación. (...) Ahora bien, la racionalidad comunicativa de los juegos lingüísticos se ve confrontada en el umbral del mundo moderno con una racionalidad de las relaciones fin-medio que va ligada a la acción instrumental y estratégica. En cuanto esta confrontación se produce, asistimos al principio del fin de la sociedad tradicional: la forma de la legitimación del dominio empieza a resultar insuficiente.”<sup>74</sup>*

I també:

*“La diferencia entre la acción racional con respecto a fines e interacción no solamente (desaparece) de la conciencia de las ciencias del hombre, sino también de la conciencia de los hombres mismos. La fuerza ideológica de la conciencia tecnocrática queda demostrada precisamente en el encubrimiento que produce esa diferencia.”<sup>75</sup>*

D'aquesta manera no hi ha lloc per al diàleg, per a un espai de comunicació autèntica entre subjectes autònoms i lliures, on tractar tot allò relacionat amb el *com* hauria de ser la nostra vida, la societat que volem i, en definitiva, quins són els millors fins cap els que hem de dirigir la nostra existència. En desaparèixer la distinció, ja no hi ha qüestions *pràctiques* i tot queda reduït a problemes *tècnics*. Qualsevol assumpte que ens puguem imaginar, de qualsevol àmbit, ha de ser plantejat i legitimat en termes d'un problema de caràcter tècnic, que haurà de ser resolt per mitjans tècnics (instrumentals o estratègics) i, evidentment, pels experts corresponents. Els mitjans imposen la seva pròpia racionalitat, prenent el lloc als fins. Aquest últims queden diluïts i sotmesos a la

<sup>74</sup> Ibid., p. 75

<sup>75</sup> Ibid., p. 91.

tècnica, jugant un paper tan secundari que fins i tot desapareixen de la nostra consciència.

Val a dir que la teoria de l'acció comunicativa està a la base de les nocions d'*ètica discursiva* i de *democràcia deliberativa*, de les que Habermas n'és un dels principals proposadors i defensors. Ens farem ressò de la importància de les tesis *habermasianes* quan arribem al capítol dedicat a l'anàlisi dels enfocaments que han adoptat diferents societats per tractar l'assumpte dels aspectes ètics, socials i legals de les nanotecnologies, i veurem la seva influència en el punt de vista europeu.

D'alguna manera, l'ètica comunicativa (com també se l'ha anomenat) que proposa Habermas busca ser un procediment de legitimació de les normes morals, a l'estil de la raó pràctica kantiana, però traslladant el subjecte transcendental del *jo* al *nosaltres*; transformant així la subjectivitat transcendental en *intersubjectivitat*, i traslladant el subjecte de l'ètica de l'individu a la societat.

Aquest plantejament és molt pertinent en un moment històric decisiu per a la humanitat. L'enginyeria genètica obre per primera vegada la possibilitat de manipular el genoma humà. Això ens ha de fer plantejar els límits d'una intervenció que pot condicionar *el futur de la naturalesa humana*. Fins a quin punt podem intervenir i modificar la nostra dotació genètica, sense que això tingui efectes negatius sobre la dignitat i l'autonomia de la vida humana? Fins a quin punt és moralment correcte traspassar la vaga frontera entre una eugenèsia negativa, que podem qualificar de terapèutica, i una eugenèsia positiva, perseguint una suposada "perfecció"? No estariem cosificant l'ésser humà, quan actuem sobre els homes d'una manera que fins ara estava destinada exclusivament a les coses?. "*El futuro de la naturaleza humana. ¿Hacia una eugenesia liberal?*"<sup>76</sup> és precisament el títol d'una obra en la que Habermas tracta aquests temes, que entren en el camp del que anomenem *bioètica*, i amb ella alimenta un enfrontament amb Peter Sloterdijk, del que tornarem a parlar més endavant. L'argument moral de Habermas contra l'eugenèsia liberal<sup>77</sup> es basa en la idea

<sup>76</sup> HABERMAS, J., *El futuro de la naturaleza humana. ¿Hacia una eugenesia liberal?*, Paidós, Barcelona, 2002.

<sup>77</sup> Per eugenèsia liberal s'ha d'entendre l'ús lliure (no coercitiva, en contaposició a una eugenèsia autoritària propugnada per algunes posicions vinculades als totalitarismes de la primera meitat del Segle XX) de tecnologies reproductives i genètiques, tant per l'evitació de malalties d'ordre genètic com pel perfeccionament de determinades qualitats o característiques biològiques. En paraules de Habermas, el que constitueix un nou tipus de desafiament és "*la técnica genética tendiente a la selección y*

d'autonomia, i en certes condicions que ha de complir la societat per poder ser considerada una comunitat moral; una postura més propera a mantenir valors moderns propis de la Il·lustració que poden estar en perill, que a recuperar instàncies prèvies a la modernitat, com la d'altres autors.

La manipulació genètica, quan va més enllà de la intenció terapèutica, resulta inquietant perquè afecta a la nostra identitat com a espècie i el que això comporta. És la diferència entre allò *crescut* i allò *fet* el que, segons Habermas, constitueix els límits de la possibilitat que hi hagi llibertat<sup>78</sup>. Una persona *feta* com a resultat d'un pla perfectament dissenyat pels seus pares no pot ser mai tan lliure a l'hora de configurar de manera autònoma el seu ideal de vida, com una que *neixi* i *creixi* de forma orgànica i "natural", amb el grau de contingència que això comporta. ¿Seria desitjable per algú haver estat programat per algú altre ja des del moment de la seva concepció, en lloc de néixer amb la possibilitat de ser ell mateix el seu propi autor, prenent les seves pròpies decisions entre les possibilitats que l'atzar li ofereixi? Sembla que només ho seria si fos per evitar certes eventualitats clarament considerades com a mals.

Des del punt de vista de l'ètica discursiva, l'acceptació d'una eugenèsia liberal posaria en serioses dificultats la constitució d'una autèntica comunitat moral. Per les raons que hem vist, si les decisions eugenèsiques quedessin en mans dels pares, no estaria gens clar que es poguessin assegurar les condicions de simetria, de llibertat i d'igualtat, necessàries per un diàleg ideal, que constitueix l'horitzó de tota comunitat moral. En una societat liberal, "*serien els mercats els que, regits per l'interès en els beneficis i les preferències de la demanda*"<sup>79</sup> els que, deixant el disseny dels fills a la completa elecció individual dels pares, acabarien entregant-les "*als desitjos anàrquics de clients i clientelismes*". I aquest no sembla precisament el millor dels camins cap a una societat en la que mereixi la pena viure, segons Habermas.

Mirant-ho des d'una perspectiva kantiana, segons la qual allò correcte és tractar a totes les persones com a fins en si mateixos i mai com a mitjans. No sembla tampoc que sigui moralment correcte el fet que uns pares decideixin unilateralment quina ha de ser la

---

*modificación de marcas características, así como la consiguiente investigación científica dirigida a futuras terapias genéticas que requiere.*" (HABERMAS, J., *El futuro de la naturaleza humana...*, Op. Cit., p. 43)

<sup>78</sup> HABERMAS, J., *El futuro de la naturaleza humana...*, Op. Cit., p. 64

<sup>79</sup> HABERMAS, J., *El futuro de la naturaleza humana...*, Op. Cit., p. 69

dotació genètica d'un fill, amb la intenció de que la futura vida d'aquest s'acosti al seu propi (i arbitrari) model de perfecció. La raó és la instrumentalització que suposa, més enllà dels casos en que el que es busca és l'evitació de determinats mals reconeguts per tothom com a tals. També ens podem preguntar en quin lloc queda la responsabilitat moral d'una persona, els pares de la qual han decidit, per mitjans tecnològics, el seu genoma.

En canvi, segons altres punts de vista, com el del també alemany Peter Sloterdijk, la por entorn a l'eugenèsia basada en el desenvolupament biotecnològic no tindria massa fonament. L'argument és que, aquesta pràctica, formaria part de la mateixa línia evolutiva de la qual forma part la selecció, també eugenèsica en el fons, que implica el fet de triar una parella genèticament òptima amb la qual compartir descendència, o inclús el fet d'escollir un tipus d'educació o una altra. Sembla però que l'abast que pot tenir pel futur de l'espècie humana una manipulació de la dotació genètica per mitjans tecnològics amb finalitats eugenèsiques, va molt més enllà del que ho fa el fet que cadascú triï un *co-progenitor* més o menys alt o més o menys intel·ligent per tenir descendència, o que els pares eduquin d'una determinada manera els seus fills.

Pel que fa a l'argument de l'autonomia, atès que acceptem sense més problemes l'educació i la transmissió de la cultura i de les pròpies tradicions per part dels pares cap als fills, la qual també condiona la vida de les noves generacions d'humans, i ho fa en base a decisions unilaterals dels pares, ¿per què no hauríem d'acceptar la legitimitat de la manipulació genètica com una nova via a disposició dels pares per dotar els fills de més oportunitats per (el que ells consideren) la seva *felicitat* futura? En aquest cas però hi ha el problema de la irreversibilitat. Encara que pot resultar molt problemàtic, un pot acabar rebel·lant-se contra l'educació i la cultura rebudes i conformar lliurement i autònoma un camí diferent per assolir el seu propi ideal de vida. Un no pot canviar, però, la seva dotació genètica. I no és el mateix que aquesta sigui fruit de cert grau d'atzar -evidentment dins dels límits marcats per unes dotacions genètiques ja decidides quan uns pares es trien l'un a l'altre com a parella- que el fet que sigui fruit d'un pla traçat deliberadament.



Un exemple que apunta M. J. Sandel a "*Contra la perfecció*"<sup>80</sup> pot ajudar a entendre la diferència: una cosa és que algú neixi sord perquè els seus pares són sords i hagi heretat genèticament la sordesa i pugui arribar a ser feliç, i una altra cosa molt diferent és que algú neixi sord perquè els seus pares, que són feliços sent sords, hagin pres deliberadament la decisió de que ho sigui i ho hagin portat a terme per mitjans tecnològics.

El mateix Sandel pensa que el que hi ha de moralment incorrecte en emprar la manipulació genètica per cercar una –suposada– "perfecció" en els fills (més enllà de l'evitació de malalties que de ben segur suposaran un patiment per al propi subjecte) és, sobretot, una actitud que s'allunya de l'amor incondicional amb el que s'hauria d'encarar l'arribada d'un fill.

Tota aquesta polèmica deixa de ser una mera especulació i es fa substantiva en el moment en que certs desenvolupaments tecnològics, que literalment formaven part de la ciència-ficció, es converteixen en una possibilitat real en un futur ben proper.

#### **1.4.8 Peter Sloterdijk (1947- )**

Com havíem avançat, "*El futur de la naturalesa humana*", l'obra de Habermas, s'emmarca en el si d'una polèmica, i de fet, constitueix la resposta del seu autor a una conferència pronunciada per Peter Sloterdijk al 1999, i publicada sota el nom de "*Normas para el parque humano*"<sup>81</sup>. En aquesta conferència, Sloterdijk, a través d'un llenguatge inequívocament provocador, vinculat al món de la ramaderia, traça un esbós de la història del que ell anomena "*antropotècnies*".

Les antropotècnies són, per Sloterdijk, les tècniques practicades per uns homes amb l'objectiu de *criar* altres homes, i constitueixen processos de domesticació de l'animal humà. Es tracta d'un plantejament amb clares reminiscències nietzschianes. Entre aquestes antropotècnies, que inicien el seu curs amb el sedentarisme i l'agricultura, trobem també el llenguatge i l'escriptura. L'educació i la cultura són eines per *domar* el que en un principi és una bèstia salvatge, i que accedeix d'aquesta manera a la

<sup>80</sup> SANDEL, M. J., *Contra la perfecció. La ètica en la era de la ingenieria genética*, Marbot Ediciones, Barcelona, 2007, Cap. 1.

<sup>81</sup> SLOTERDIJK, P., *Normas para el parque humano*, Ed. Siruela, Madrid, 2006.

*humanitat*. Totes aquestes tècniques “humanitzants” van ser controlades durant segles per les elits que dominaven així a la massa inculta, però poc a poc han anat estenent-se. Per Sloterdijk, l’*humanisme* consisteix, d’alguna manera, en un conjunt de processos culturals mitjançant els quals l’animal-home i els seus instints més bàrbars són amansits. Però l’*humanisme* ha arribat al final de la seva etapa com a antropotècnia de domesticació basada en les lletres i en la cultura.

*“La era del humanismo moderno como modelo escolar y educativo ha pasado, porque ya no se puede sostener por más tiempo la ilusión de que las macroestructuras políticas y económicas se podrían organizar de acuerdo con el modelo amable de las sociedades literarias.”*<sup>82</sup>

Una mostra d’això és el nazisme: que persones molt cultes, capaces de gaudir de la bona lectura i de l’alta cultura, fossin alhora protagonistes de fets tan terribles i d’una violència tan extrema, només pot significar que l’*humanisme* ha quedat obsolet i ha deixat de ser efectiu com a tècnica per contenir la salvatgia primitiva de l’èsser humà.

Per Sloterdijk, això no necessàriament ha de ser entès com una contrarietat, també pot ser interpretat com el final d’una etapa en l’evolució humana, que ha d’obrir la porta al següent pas, que podria ser el de “fer homes”, en aquest ineludible camí evolutiu del que participem.

*“Pero la irrupción más espectacular de lo mecánico en lo subjetivo se revela en las tecnologías genéticas: éstas introducen un amplio espectro de precondiciones físicas de la persona dentro del campo de las manipulaciones artificiales, proceso que evoca la imagen popular, más o menos fantástica, de un futuro previsible en que podrían «hacerse hombres». En la elaboración de tales fantasías, biologismos primitivos compiten con teologismos y humanismos desvalidos, sin que sea posible detectar en los sostenedores de tales opiniones un rastro de mínimo conocimiento de las condiciones evolucionarias de la antropogénesis (...)*

*La histeria anti-tecnológica (...) es reaccionaria en el sentido esencial de la palabra, ya que expresa el resentimiento de la bivalencia caduca contra una polivalencia que no puede comprender. (...)*

---

<sup>82</sup> Ibid., p. 29

*Si 'hay' hombre es porque una tecnología lo ha hecho evolucionar a partir de lo pre-humano. Ella es la verdadera productora de seres humanos, o el plano sobre el cual puede haberlos. De modo que los seres humanos no se encuentran con nada nuevo cuando se exponen a sí mismos a la subsiguiente creación y manipulación, y no hacen nada perverso si se cambian a sí mismos autotecnológicamente, siempre y cuando tales intervenciones y asistencia ocurran en un nivel lo suficientemente alto de conocimiento de la naturaleza biológica y social del hombre, y se hagan efectivos como coproducciones auténticas, inteligentes y nuevas en trabajo con el potencial evolutivo.”<sup>83</sup>*

Així doncs, és necessària una nova antropotècnia per domar la bèstia, i aquest paper el pot fer perfectament la biotecnologia. En aquest sentit, caldria veure aquest pas no com un salt cap a quelcom que s’hagi de qualificar com de *transhumanisme*, sinó més aviat com una espècie d’*hiperhumanisme*, perquè en realitat no es tracta de transformar l’home, portant-lo més enllà de sí mateix, sinó d’apropar-lo tant com sigui possible a ell mateix, al que li és més propi: la possibilitat d’auto-fabricar-se, d’auto-operar-se, tal i com assenyala Sloterdijk a una altra de les seves obres: *“El hombre auto-operable. Sobre las posiciones filosóficas de la tecnología genética actual.”* (2000)<sup>84</sup>.

Segons aquest punt de vista, la biotecnologia i les possibilitats que obre, constituïrien, no una amenaça, sinó una bona notícia per al *futur de la naturalesa humana*. Evidentment, les eines a les que tenim i tindrem accés gràcies a les nanotecnologies (concretament l’anomenada *“nano-bio-tecnologia”*), suposen un pas endavant vers aquest futur, ni que només sigui en el paper de facilitadores o “possibilitadores”<sup>85</sup> en l’àmbit de la genètica i altres camps de la biotecnologia. És per això que podem dir que les nanotecnologies ocupen ara mateix un espai en algun lloc del centre d’aquest debat.

## 1.5 Perspectives actuals de la nanotecnologia

Hem vist que existeixen diferents punts de vista entre els pensadors. Però almenys una cosa tenen en comú tots els autors que acabem d’esmentar i d’altres que no hem tractat:

<sup>83</sup> SLOTERDIJK, P., *El hombre operable. Notas sobre el estado ético de la tecnología génica*, Revista Laguna, 14; marzo 2003, pp. 9-22

<sup>84</sup> Publicat a la revista Sileno (2001), nº 11.

<sup>85</sup> Com veurem més endavant amb més detall, la Comissió Europea ha inclòs les nanotecnologies en un grup anomenat *Key Enabling Technologies (KETs)*, que tenen aplicació en múltiples camps de la indústria i que poden ajudar a abordar diferents reptes de la societat.

el fet de considerar que la tècnica és un fet del món humà que mereix una reflexió des del punt de vista de l'ètica. I en qualsevol cas, ja sigui com a protagonistes d'una autèntica revolució tecnològica, ja sigui com a grans facilitadores de tecnologies ja existents, l'adveniment de les nanotecnologies no pot ser passat per alt per qui consideri que la dimensió tècnica de l'ésser humà ha fet, fa i farà un paper determinant en l'essència i l'existència humanes, cosa que per altra banda, és difícil de negar.

El cert és que, tot i la seva gran significació en l'àmbit acadèmic, industrial i institucional, les nanotecnologies són unes grans desconegudes pel públic en general. El gran interès que han despertat en determinats cercles "professionals", tant en l'àmbit de la recerca com en el comercial, i totes les esperances dipositades en elles, contrasten amb una percepció pública mancada de la informació necessària per formar opinions amb vistes a un diàleg exitós. Aquest fet es pot explicar en part per les reconegudes mancances pel que fa a estandardització i regulació<sup>86</sup>, que dificulten en gran mesura que el públic pugui rebre una informació rigorosa alhora que assequible. En els mitjans generalistes, i també en els de divulgació científica dirigida a un públic no especialista, encara abunda un tipus d'informació sobre nanotecnologia que sovint no és prou rigorosa<sup>87</sup>. Tot i que aquest és un problema que és força comú a la divulgació tecnocientífica en general, és quan es tracta de noves tecnologies que es fa més palès, i el cas de la nanotecnologia n'és un exemple clar. Amb objectius que no sempre són compatibles amb la precisió de les explicacions, com la forta competència en l'àmbit acadèmic o la lluita per aconseguir projectes, les perspectives que es presenten al públic acostumen a simplificar la teoria (la qual cosa pot arribar a ser lògica) i a anar acompanyades de previsions escadusseres d'aplicació pràctica que prometen solucionar, en un futur més o menys proper, alguns o molts dels problemes que més preocupen als ciutadans. Sovint la manca de prudència en la transmissió d'aquesta informació pot portar a certa confusió i en molts casos a crear expectatives exagerades<sup>88</sup>, condemnades a la frustració. El resultat és que, com dèiem, el grau de coneixement de les noves tecnologies en general sol ser limitat, i el de la nanotecnologia en particular, no va gaire més enllà d'una vaga idea de futures

<sup>86</sup> <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=5736.php> Accedit 8/12/2015.

<sup>87</sup> <http://www.nanotech-now.com/columns/?article=841> Accedit 8/12/2015.

<sup>88</sup> <http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp> Accedit 8/12/2015.

aplicacions sorprenents, des de súper-ordinadors, a materials amb propietats extraordinàries o “màquines petitíssimes que poden entrar al cos i curar malalties”<sup>89</sup>. En el cas de la nanotecnologia, un dels factors que més pot influir en aquest fet, a banda de la manera amb que la informació és tractada pels mitjans, és l’esmentada manca de definicions i de regulació per part de les institucions públiques, una mancança que s’està provant de resoldre<sup>90</sup>.

Al final, tot això es tradueix en una polarització de les postures davant les implicacions que l’aparició de les nanotecnologies pot tenir per a la humanitat, que va de l’entusiasme dels més *neòfils* a l’alarmisme dels més neòfobs. Tanmateix, no falta qui fuig d’aquesta polarització, optant per un enfocament obert als beneficis que poden oferir els darrers desenvolupaments tecnològics en la seva dimensió més instrumental, però alhora tenint en compte els riscos; essent conscient en primer lloc de l’ambivalència inherent a qualsevol tecnologia; i reconeixent que la condició de mitjà associada a la tecnologia no la deslliura d’una indestriable dimensió *pràctica* i reflexiva (en el sentit ètic dels termes).

Certament, el mitjà sovint condiciona el fi. Per exemple, alimentar-se d’una manera equilibrada i fer una mica d’esport per una banda, i prendre complexos vitamínics i passar hores a un gimnàs exercitant-se d’una manera intensa per altra banda, són dos mitjans per al que podria semblar un mateix fi: “estar en bona forma”; però realment, aquest “estar en bona forma” no adquirirà el mateix sentit per cadascun d’aquests mitjans. Ser conscients d’aquesta realitat i tenir-la en compte en el decurs dels nostres processos deliberatius ens acosta a la virtut de la prudència<sup>91</sup>, del tot necessària per no fracassar en aquesta aventura que és viure una vida que mereixi la pena ser viscuda. Aquest seria precisament l’enfocament d’aquest treball.

Però en qualsevol cas, i abans inclús de fer-se fort en algun punt de la tensió *neofília*/neofòbia, cal plantejar-se si aquesta tensió, definida per la condició de novetat de la nanotecnologia, té realment sentit. Fins a quin punt es pot defensar que la

<sup>89</sup> KULINOWSKI, K., *Nanotechnology: From ‘Wow’ to ‘Yuck’?* a HUNT, G., MEHTA, M. (Eds.), *Nanotechnology: Risk, Ethics and Law*, London, Sterling, VA: Earthscan, 2006, p. 13

<sup>90</sup> [http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/docs/scenihr\\_o\\_032.pdf](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_032.pdf) Accedit 8/12/2015.

<sup>91</sup> La prudència (*phronesis*), és una de les principals virtuts per Aristòtil i per als antics grecs en general. És la virtut característica de la raó pràctica, i consisteix en saber deliberar correctament sobre el que és bo i dolent per l’home, de manera que aquest pugui trobar els mitjans idonis per assolir els seus veritables fins.

nanotecnologia constitueix en si mateixa quelcom autènticament nou?<sup>92</sup> Segons alguns autors, el que promet la nanotecnologia serien coses com ara produir materials *més* resistents i lleugers, *incrementar* la capacitat d'emmagatzematge magnètic, *disminuir* el temps d'arribada dels fàrmacs al torrent sanguini, *augmentar* la velocitat dels components electrònics dels nostres ordinadors, o produir energia *més* neta i de forma *més* eficient<sup>93</sup>. Tanmateix, totes aquestes fites fan referència a quantificadors (*més*, *incrementar*, *disminuir*, *augmentar*) associats a conceptes ja existents, més que a novetats pròpiament dites. Això no vol dir necessàriament que la nanotecnologia no pugui obrir la porta a veritables novetats, o inclús a una revolució tecnològica, però sí que emfatitza, en primer lloc, el seu caràcter facilitador. Sens dubte, és aquest caràcter facilitador de les nanotecnologies el que fa que la Comissió Europea les hagi inclòs sota el paraigües del que han batejat com a KET (*Key Enabling Technologies*), dins del Programa Marc de recerca i innovació *Horizon 2020*<sup>94</sup>.

En tot cas, per fer qualsevol tipus de valoració i justificar la necessitat d'un marc ètic diferenciat per a la nanotecnologia, es fa necessària una reflexió prèvia sobre el propi concepte de nanotecnologia: a què ens estem referint quan utilitzem aquesta paraula? Però el cert és que, a hores d'ara, encara no hi ha un consens total ni en la comunitat científica ni en les institucions sobre la definició dels conceptes de l'àmbit "nano"<sup>95</sup>.

Aquest fet però, no impedeix l'explotació d'un concepte que de moment s'ha de conformar amb definicions parcials i, en tot cas, provisionals. L'enfocament més emprat en la literatura a l'hora de definir la nanotecnologia, és el que posa la mida dels objectes com a criteri per decidir si quelcom és nanotecnològic. Així, se sol definir *nanociència* com l'estudi de la matèria i les seves propietats a escala nanomètrica, considerant aquesta escala la compresa entre 1 i 100 nm (1 nm = 10<sup>-9</sup>m = 1 milionèsima de mil·límetre) i *nanotecnologia* com la manipulació, el disseny, la creació de materials, dispositius o productes, en l'esmentada escala nanomètrica. D'aquesta manera, el pas del coneixement a l'acció és el que marcaria la diferència conceptual entre l'una i l'altra.

<sup>92</sup> ALLHOFF, F., *On the Autonomy and Justification of Nanoethics*, a F. Allhoff, P. Lin (eds.), *Nanotechnology & Society: Current and Emerging Ethical Issues*, © Springer Science + Business Media B.V. 2008

<sup>93</sup> CREMADES, A., *II. Aspectos básicos y aplicaciones de las nanotecnologías*, a RIECHMANN, J. (coord.), *Nanomundos y multiconflictos*, Icaria ed., Barcelona, 2009, p. 18

<sup>94</sup> <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/key-enabling-technologies> Accedit 8/12/2015.

<sup>95</sup> <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=5736.php> Accedit 8/12/2015.

Si bé la nanociència ens dóna els coneixements necessaris, és quan ens endinsem en les aplicacions nanotecnològiques que certament ens podríem plantejar amb més sentit preguntes relacionades amb la validesa moral de les decisions que prenem i en definitiva del curs de les nostres accions.

Tanmateix, aquest plantejament presenta dos aspectes, si més no, discutibles. D'una banda la distinció clàssica entre ciència i tecnologia queda desfasada en un món en el qual sembla més adequat parlar de *tecnociència*, com molt encertadament assenyala el filòsof belga Gilbert Hottois<sup>96</sup>, o de *sistema tecnocientífic*, com hem vist en aquest mateix capítol. I de l'altra, una definició de l'àmbit *nano* com a nou camp del coneixement, basada exclusivament en la mida dels objectes no satisfà, com també veurem més endavant, la condició que una definició adequada per a la finalitat que ens ocupa hauria de complir: la de configurar un criteri vàlid per tal de distingir correctament entre entitats incloses i entitats no incloses en la definició, ni que sigui a costa d'una certa vaguetat.

### **1.5.1 Aplicacions, beneficis, riscos i aspectes ètics de la nanotecnologia**

#### **1.5.1.1 Aplicacions i beneficis**

Les aplicacions reals i les que s'imaginem per la nanotecnologia que més mereixen la qualificació de revolucionàries no es basen directament en allò relatiu a la mida, sinó en les propietats que apareixen quan ens trobem a l'escala nanomètrica<sup>97</sup>. Aquestes característiques que presenta la matèria es deuen a que entrem en un terreny en el qual la relació àrea/volum dels objectes (favorable al volum en els objectes "macro") s'inverteix, apareixent efectes quàntics, que prenen rellevància en aquesta escala, i fenòmens deguts al confinament dels electrons en l'espai. És un terreny en el qual les

<sup>96</sup> G. Hottois, el cèlebre autor de *El paradigma bioètic*, parla als anys 70 de "tecnociència" per referir-se al complex que formen actualment ciència i tecnologia, dos àmbits que la tradició considerava ben diferenciats. En el món contemporani, ciència i tecnologia són indistriables: la tecnologia ja no pot ser concebuda com la mera aplicació pràctica de determinats coneixements científics, ni la ciència pot ser vista tan sols com una recerca del coneixement per si mateix. Hi ha una dependència mútua entre ciència i tecnologia. En la tecnociència, és necessària certa operativitat sobre el món per arribar al coneixement. Sense la intervenció tècnica no es possible crear ciència. Aquesta relació d'interdependència ha portat la tecnociència a un estadi de desenvolupament sense precedents, dotant-nos en poc temps d'una capacitat d'acció i de transformació de la natura, i de nosaltres mateixos, d'un abast gairebé inimaginable. Les nanotecnologies, la biotecnologia, així com la resta de les considerades noves tecnologies, són bons exemples d'aquesta característica i es pot considerar que, més que ciència o tecnologia, són tecnociència. Tal com indica A. Florensa a la seva tesi doctoral: "*Segons Dominique Lecourt, la noció de "tecnociència" "ha estat forjada aparentment pel filòsof belga Gilbert Hottois a partir d'una fórmula de Jacques Ellul"*". FLORENSA, A., *Tècnica i ètica en Jacques Ellul*, Tesi Doctoral, Universitat Ramon Llull, Barcelona, 2006, p. 46

<sup>97</sup> <http://www.rsc.org/chemistryworld/issues/2004/September/nanotech.asp> Accedit 6/12/2015.

regles del joc són diferents a les de la mecànica clàssica, la qual regeix el món macroscòpic que estem acostumats a percebre, i inclús diferents a les del món microscòpic<sup>98</sup>, al qual ens hi hem estat acostumant des del segle XVII. Per exemple, les interaccions de la llum amb la *nanomatèria* són diferents que amb la *macromatèria*, ja que la llum visible oscil·la a longituds d'ona que són precisament d'ordre nanomètric i amb energies de l'ordre de les transicions electròniques.

En tot cas, l'entrada en escena d'aquests efectes i la capacitat tecnològica de manipular els àtoms per configurar la matèria més o menys a voluntat deixa la porta oberta de bat a bat a una quantitat de possibilitats tecnològiques gairebé infinita. Això fa difícil poder parlar de nanotecnologia com a una disciplina concreta. Es tractaria més aviat d'una tecnologia de caire transversal, de manera que es pot pensar en aplicacions *nano* gairebé en qualsevol àmbit. És per això que hi ha qui considera més adient l'ús del terme *nanotecnologies*, en plural<sup>99</sup>.

Tot partint d'aquest concepte de nanotecnologia, no resulta sorprenent la gran diversitat de camps en els que es pensa que pot ser aplicada: medicina (diagnòstic i teràpia), energia (producció i emmagatzemament), cosmètica, alimentació, medi ambient, transport, tèxtil, processos industrials, enginyeria de precisió, indústria aeroespacial, tecnologies de la informació i comunicació, sensors, construcció, seguretat (protecció i militar). De fet, fa anys que s'està treballant activament en aplicacions nanotecnològiques en tots aquests àmbits, i ja es poden trobar aplicacions al mercat en la majoria d'ells, tal i com ho documenten diversos inventaris: entre d'altres, el *Consumer Product Inventory (CPI)* del Nanotech Project del Woodrow Wilson International Center for Scholars, creat al 2005 i actualment en fase de reestructuració (2015)<sup>100</sup>; l'inventari creat per ANEC/BEUC<sup>101</sup>; o la base de dades del portal sobre

<sup>98</sup> CREMADES, A., MAESTRE, D., *Nanociencia y nanotecnología*, a CASADO, M. (Coord.), *Bioética y nanotecnología*, Aranzadi, Pamplona, 2010, p.29

<sup>99</sup> GORDIJN, B., *Nanoethics: from utopian dreams and apocalyptic nightmares towards a more balanced view*, *Science and Engineering Ethics*, 11(4),(2005), p. 521-33

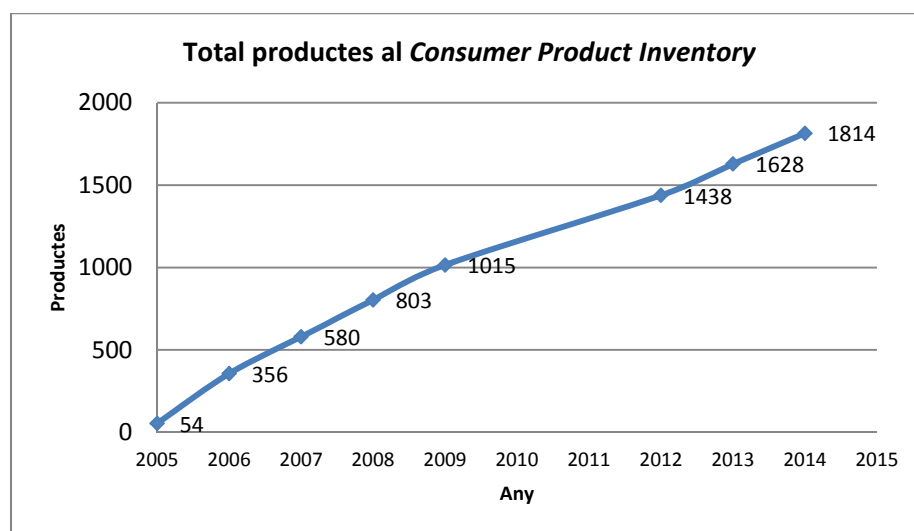
<sup>100</sup> VANCE, M. E. i al., *Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory*, *Beilstein J. Nanotechnol.* 2015, 6, 1769–1780

<sup>101</sup> ANEC és "la veu dels consumidors europeus en matèria d'estandardització. És a dir, és l'organització que representa els interessos dels consumidors europeus en la creació d'estàndards tècnics, especialment aquells desenvolupats per donar suport a la implementació de les lleis i polítiques públiques europees." <http://www.anec.eu/anec.asp?p=about-anec&ref=01-01> Accedit 15/10/2015.

BEUC vindria a ser la organització de consumidors a nivell europeu, un estament amb la missió de "reunir les organitzacions de consumidors de la Unió Europea i altres països europeus per tal de promoure, defensar i representar els interessos dels



nanotecnologia Nanowerk<sup>102</sup>, els quals poden ser consultats *on-line*. Aquestes aplicacions i productes van des de diferents peces de roba amb nanopartícules de plata, que confereixen a la peça les seves propietats antibacterianes, a dispositius electrònics amb millors prestacions gràcies a l'ús dels nanomaterials, passant per cosmètics més eficients i una llarga llista que arriba fins els 1.814 productes al CPI (en la darrera actualització del 2014<sup>103</sup>), els 475, només a la UE, de l'inventari d'ANEC/BEUC<sup>104</sup>, o els més modestos 144 del llistat de Nanowerk<sup>105</sup>. En tot cas aquests inventaris no són exhaustius. Cal tenir en compte doncs que no s'han de considerar com a catàlegs complets de productes. Sí serveixen, però, per il·lustrar l'evolució de la nanotecnologia, almenys pel que fa a aplicacions de consum (veure Il·lustració 1-3) i per fer-nos una idea d'aquestes aplicacions. Ens remetem, doncs, a aquests inventaris per no entrar aquí en detalls sobre aplicacions particulars.



Il·lustració 1.4. Gràfic de l'evolució de productes inclosos al CPI<sup>106</sup>.

Òbviament totes aquestes aplicacions estan pensades per obtenir algun tipus de benefici en cada camp. Els beneficis de la fabricació molecular i de la nanotecnologia en

consumidors europeus en la elaboració i implementació de les polítiques de la Unió Europea amb les institucions de la Unió Europea i altres ens." <http://www.beuc.eu/about-beuc/mission> Accedit 15/10/2015.

<sup>102</sup> <http://www.nanowerk.com/> Accedit 5/12/2015.

<sup>103</sup> L'inventari del Project on Emerging Nanotechnology proporciona molta informació de les aplicacions que els fabricants han declarat com a "nanotecnològiques". Es poden realitzar cerques amb diferents criteris, des del nanomaterial utilitzat, la funció que suposadament realitza o els riscos d'exposició, fins al grau de fiabilitat de les afirmacions dels fabricants.

<http://www.nanotechproject.org/cpi/> Accedit 4/12/2015.

<sup>104</sup> <http://www.beuc.eu/publications/2013-00141-01-e.xls> Accedit 5/12/2015.

<sup>105</sup> <http://www.nanowerk.com/products/products.php> Accedit 7/9/2015

<sup>106</sup> Elaboració pròpia. Font de les dades: VANCE, M. E. i al., *Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory*, Beilstein J. Nanotechnol. 2015, 6, 1769–1780.

general, passen per millorar les nostres condicions de vida resolent molts dels problemes que avui pateix la humanitat: els relacionats amb el subministrament d'aigua neta; una agricultura més eficient; millores en eficiència energètica tant en consum com en generació neta a través d'energies renovables; llars més confortables i saludables; ordinadors més barats i accessibles per a tothom millorant així la informació i les comunicacions; ordinadors amb més potència de càlcul que poden ajudar-nos a resoldre problemes complexos; millores per al medi ambient; tractaments mèdics, i eines de diagnòstic i prevenció més eficaces que ens permetran viure més i en millors condicions de salut; o reduir la pobresa i els problemes associats<sup>107</sup>.

### 1.5.1.2 Riscos

La majoria de les aplicacions nanotecnològiques apunten doncs, com ja s'ha esmentat abans, a millorar (això sí, significativament) productes i/o processos (menys temps, més net, més lleuger, més resistent) en principi ja coneguts, però el cert és que hi ha qui qualifica la nanotecnologia com "la propera revolució industrial", començant per les agències governamentals nord-americanes i les organitzacions industrials<sup>108</sup>. Òbviament, quan es parla de "millorar", del que s'està parlant és de "beneficis"<sup>109</sup> associats a les nanotecnologies. El fet que un salt quantitatiu pugui comportar diferències essencials com planteja per exemple Heidegger, l'ambivalència associada per diversos autors a la tècnica, així com la possibilitat de que la nanotecnologia ens ofereixi autèntiques novetats, ens obliguen a aturar-nos a analitzar-la des del punt de vista dels riscos i dels possibles aspectes ètics, socials i legals.

El mateix fet d'identificar els riscos<sup>110,111,112</sup> d'una activitat tot mantenint una actitud prudent, pot ser justificat des d'un marc més general que podríem identificar amb l'ètica. Tanmateix, cal evitar algunes confusions comunes. La identificació de l'ètica amb una idea de prudència consistent en un càlcul (de tipus més estratègic-econòmic

<sup>107</sup> <http://www.crnano.org/benefits.htm> Accedit 4/12/2015.

<sup>108</sup> "National Nanotechnology Initiative: Leading to the Next Industrial Revolution", a report published by US National Science and Technology Council's Committee on Technology, February 2000.

<sup>109</sup> <http://ethics.calpoly.edu/nanoethics/good.html> Accedit 23/11/2015.

<sup>110</sup> No entrarem a discutir la noció de "risc" i la seva relació amb conceptes relacionats com els de "perill", "perillositat" o "vulnerabilitat". En qualsevol cas, en tot el treball utilitzem "risc" en el mateix sentit genèric utilitzat a la bibliografia consultada en general, per referir-nos a la possibilitat de danys o potencials perjudicis de qualsevol tipus i per a qualsevol mena d'entitats humanes (individus o grups), o a una mesura de la probabilitat i severitat dels efectes adversos (LOWRANCE, W. W.. Of acceptable risk: science and the determination of safety. Los Altos, CA : W. Kaufmann, 1976).

<sup>111</sup> <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1530-9290.2008.00029.x/full> Accedit 23/11/2015.

<sup>112</sup> <http://ethics.calpoly.edu/nanoethics/bad.html> Accedit 23/11/2015.

que ètic) del risc suposa un plantejament erroni. També la reducció de l'ètica a una mera anàlisi cost (o risc)-benefici, amb l'objectiu de fer-ne un balanç, pròpia de l'utilitarisme més teòric, deixaria fora de la deliberació aspectes fonamentals, com els deontològics, que una autèntica reflexió ètica hauria de considerar<sup>113</sup>. Però que no es puguin reduir els aspectes ètics només als riscos, no vol dir que aquests no s'hagin de considerar en una reflexió ètica.

La Comissió Europea ha promogut diversos processos de consulta entre els agents afectats per estudiar, entre altres coses, l'elaboració i implementació d'un codi de conducta per la recerca responsable en nanociències i nanotecnologies<sup>114,115</sup>, o la qüestió de la percepció pública<sup>116</sup> sobre els riscos i beneficis de les nanotecnologies<sup>117,118</sup>, mostrant així la seva tendència vers una ètica de tipus deliberatiu.

Una primera classificació dels riscos de les nanotecnologies més citats a la bibliografia, els situa en dos grans grups: els directament derivats dels nanomaterials (i/o nanodispositius) i els que podem anomenar riscos "socials". Un tercer tipus de riscos, tot i que considerats marginals per la majoria d'autors, el formen els derivats d'especulacions diverses, i en general amb poca fonamentació científica, com la hipòtesi "*grey goo*".

Entre els riscos del primer grup es troben els relacionats amb la salut i els relacionats amb el medi ambient. En general aquests riscos estan vinculats a nanomaterials, entre els quals cal diferenciar, per una banda aquells que porten incorporades nanopartícules (nanocomposites o nanoestructures) i per altra banda les pròpies nanopartícules lliures<sup>119</sup>. En realitat el que pot suposar un risc per a la salut és la presència d'aquestes nanopartícules<sup>120</sup> (ja sigui integrades en nanocomposites o nanoestructures, ja sigui en forma lliure) i no tant el nanomaterial en sí. Això és així perquè hi ha propietats de les nanopartícules que fan que el comportament d'aquestes sigui molt diferent al del

<sup>113</sup> DUPUY, J., Some Pitfalls in the Philosophical Foundations of Nanoethics, *Journal of Medicine and Philosophy* (32), 2007, p. 237-261.

<sup>114</sup> [https://ec.europa.eu/research/consultations/pdf/nano-consultation\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/consultations/pdf/nano-consultation_en.pdf) Accedit 23/11/2015.

<sup>115</sup> [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/consultation-nano-sinapse-feedback\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/consultation-nano-sinapse-feedback_en.pdf) Accedit 23/11/2015.

<sup>116</sup> <http://www.nature.com/nnano/journal/v4/n11/full/nnano.2009.265.html> Accedit 23/11/2015.

<sup>117</sup> [http://ec.europa.eu/research/consultations/snap/report\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/consultations/snap/report_en.pdf) Accedit 23/11/2015.

<sup>118</sup> <http://www.anec.org/attachments/ANEC-PT-2010-NANO-001final.pdf> Accedit 23/11/2015.

<sup>119</sup> <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=1781.php> Accedit 23/11/2015.

<sup>120</sup> <http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=1694> Accedit 23/11/2015.

mateix material en forma macro. Aquestes propietats no són del tot conegudes de moment i no poden ser extrapolades a partir del que sabem dels mateixos materials a escales superiors.

Els principals elements comuns de les nanopartícules són, evidentment la seva mida, la seva alta mobilitat i la seva gran reactivitat superficial. Lògicament, les nanopartícules lliures són més susceptibles de representar un risc per a la salut que les que es troben fixades a algun tipus de suport, tot i que tampoc es poden deixar de banda possibles riscos associats a aquestes darreres. En primer lloc, la seva mida permet que puguin arribar, per diverses vies d'entrada, a parts del cos a les que no poden arribar partícules més grans. Tenen capacitat, per exemple, per travessar la barrera hematoencefàlica, arribant així a un lloc tan sensible com el cervell. Aquesta capacitat, que pot ser molt útil i beneficiosa a l'hora de dissenyar tractaments per determinades malalties, pot resultar fatal en determinades circumstàncies, segons el tipus d'interacció que aquestes nanopartícules estableixin en determinats processos biològics. La seva altíssima relació superfície/volum i l'extremadament alta reactivitat superficial fan que es pugui pensar en la possibilitat d'efectes nocius un cop han arribat a determinats òrgans o teixits, a banda de la possible acumulació de nanopartícules no degradables.

El desconeixement existent en aquest sentit és el primer escull que s'ha de superar. Així doncs, és necessari avaluar convenientment aquestes possibles interaccions durant la recerca i el desenvolupament, per exemple de tractaments que impliquin l'ús de nanomaterials (nanomedicina), o en aplicacions relacionades amb l'alimentació<sup>121</sup>. Per altra banda, l'exposició dels treballadors a nanopartícules representa un risc a nivell laboral que necessita ser avaluat amb cura abans d'arriscar-se a comprometre seriosament la salut dels mateixos. La nanotoxicologia és l'àmbit d'estudi d'aquests riscos potencials dels materials nanotecnològics per a la salut, és a dir, la seva toxicitat.

Tot i que resulta obvi que una part dels riscos per al medi ambient deriva en riscos per a la salut humana, la nanopol·lució generada durant les diferents activitats nanotecnològiques pot tenir en animals i plantes efectes desconeguts i no desitjats, per

---

<sup>121</sup> <http://www.livescience.com/7147-scientists-worry-potential-risks-nanotechnology-food.html> Accedit 23/11/2015.

les mateixes raons que hem esmentat en relació amb els riscos per a la salut. A diferència del que pot passar amb les nanopartícules generades de forma natural, els organismes vius i els ecosistemes no estan adaptats a la nanopol·lució d'origen artificial, de manera que les conseqüències de no avaluar i controlar el seu impacte poden resultar catastròfiques.

Més enllà de les implicacions directament relacionades amb els nanomaterials i la nanotoxicitat, que pot afectar la salut o el medi ambient, també la societat com a tal es pot veure afectada per l'aparició de les nanotecnologies. Resulta evident que, si aquestes estan cridades a revolucionar el món de la indústria, l'energia, els transports, la medicina, l'armament, etc., d'una manera comparable a com ho va fer la revolució industrial, però en molt menys temps, això ha de tenir certes conseqüències de caràcter socioeconòmic. Junt amb els previsible i indiscutible beneficis que per a la societat poden portar les nanotecnologies, hi ha també possibles riscos d'ordre social que no es poden deixar de considerar.

La fabricació molecular (nanotecnològica) promet l'obtenció de productes de més qualitat i amb processos molt més eficients, utilitzant menys recursos (materials i humans) i serveis, i tot causant menys residus. Si això és cert, en el futur tindriem productes millors i amb un cost de producció molt més baix que els actuals. Això en principi pot semblar positiu, però, com afectarà la política i l'economia mundials? Donarà pas a una desvalorització dels recursos materials i de la mà d'obra? Quedarà lloc per als productes no nanotecnològics i per a les persones que, per obligació o per voluntat pròpia, no accedeixin a les nanotecnologies?<sup>122</sup>

Segons com es gestioni la qüestió de la propietat intel·lectual en l'àmbit nanotecnològic, existeix el risc de monopoli per part de qui n'ostenti la propietat i el control. Si això es produeix, apareix la possibilitat de la creació de desequilibris socioeconòmics encara més grans que els que ja existeixen. Un mercat inundat per tot tipus de productes amb un cost de producció extraordinàriament baix, i amb un preu de venda que podria ser fixat de manera pràcticament unilateral per qui ostenta el monopoli, podria barrar

---

<sup>122</sup> El Center for Responsible Nanotechnology (CRN) va realitzar al 2008 un recull d'estudis sobre *Molecular Manufacturing*, consultable on-line: <http://www.crnano.org/studies.htm> Accedit 23/11/2015.

l'accés universal a solucions barates per resoldre grans problemes humanitaris, com per exemple la potabilització d'aigua en regions en les que això resulta un assumpte vital, que és precisament un dels grans beneficis socials promesos per les nanotecnologies. Encara que aquest risc també es pot atribuir a d'altres tipus de desenvolupaments tecnològics (fàrmacs, enginyeria genètica), i no és exclusiu de les nanotecnologies, aquestes suposen un altre camp propici per a que es puguin donar situacions d'aquest tipus.

El possible eixamplament de la bretxa tecnològica ja existent entre països rics, on es concentraria la recerca nanotecnològica, i països pobres o en vies de desenvolupament, en funció de qui tingui el control de les tecnologies a nanoescala, i com es distribueixi el poder que això dóna, és un risc que s'ha de tenir present des del punt de vista ètic i polític. Si el control de les nanotecnologies acaba concentrat exclusivament en mans dels països més pròspers (USA, Japó, Unió Europea), i més concretament en mans, via patents, de grans corporacions, és difícil que els països en vies de desenvolupament tinguin accés, per raons polítiques o bé simplement econòmiques, a l'ús de les nanotecnologies i que els seus ciutadans se'n puguin arribar a beneficiar. I en tot cas, ¿estaran preparats els països en vies de desenvolupament per a unes tecnologies tan revolucionàries que vindrien a substituir de manera sobtada els sistemes de producció existents? Quin serà el cost social de l'adaptació?

En definitiva, ajudaran les nanotecnologies a assolir un món més just i equitatiu? o per contra, contribuiran a engrandir encara més les diferències entre rics i pobres? Dependrà, entre altres coses, de com de conscients siguem d'aquests riscos i de com s'afronti la transició. Una de les possibles solucions per limitar aquests riscos consisteix en la regulació i el control per part d'institucions de caràcter democràtic, per assegurar una adequada *governança* del risc<sup>123</sup>. Encara que sempre existeix la possibilitat, no desitjada però sovint inevitable, especialment si el marc regulador resulta massa rígid o massa lax, d'un mercat negre fora de l'abast del control públic.

Per altra banda, un dels camps en els que més s'està investigant en nanotecnologia és l'àmbit militar. La possibilitat de fabricar armes d'una eficàcia gairebé inimaginable,

---

<sup>123</sup> <http://www.etcgroup.org/fr/content/nano-risk-governance> Accedit 23/11/2015.

d'una manera relativament senzilla, en petites fàbriques, fàcilment transportables i difícils de detectar, fan que l'equilibri de poder geopolític actualment marcat per l'armament nuclear, pugui veure's radicalment alterat amb una hipotètica proliferació d'armament nanotecnològic. Resta per veure si el nou equilibri al que es podria arribar seria més estable que l'actual o si es produiria una cursa armamentista difícil de controlar, degut precisament a les noves característiques de les armes nanotecnològiques.

Òbviament, existeix també el risc associat a un ús criminal o terrorista d'armament de base nanotecnològica, amb un potencial destructiu significativament per sobre del de les armes convencionals. Totes les solucions destinades a reduir aquest risc, com poden ser programes de vigilància intensiva, que també es podrien potenciar per via nanotecnològica, posen en compromís les llibertats individuals i els drets a la privacitat i a la intimitat de les persones, la qual cosa constitueix també en si mateixa un risc social atribuïble a les nanotecnologies.

El darrer grup de riscos és el que podríem etiquetar com a "especulatiu", com és el cas del "grey goo", formulat per Drexler. Tal i com ja s'ha dit, no sembla que es donin les condicions necessàries per tal que la hipòtesi de la "plaga grisa" esdevingui una possibilitat real des de la perspectiva actual. La creació de nanodispositius capaços de funcionar de manera autònoma, capaços d'utilitzar qualsevol matèria que puguin trobar a l'atzar com a matèria primera per auto-replicar-se, es troba ara mateix fora de l'abast del que resulta raonablement plausible. De tota manera aquest risc segueix apareixent en gran part de les llistes de riscos de les nanotecnologies, per la senzilla raó de que no resulta una hipòtesi impossible des del punt de vista teòric, i per tant hi ha qui considera raonable continuar, almenys, fent-ne esment.

Riscos potencials de les nanotecnologies	Nanomaterials	Per a la salut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanotoxicitat</li> <li>• Acumulació</li> <li>• Riscos laborals</li> </ul>
		Per al medi ambient	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanopol·lució</li> </ul>
	Socials	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desvalorització de recursos</li> <li>• Desvalorització de mà d'obra</li> <li>• Desvalorització de productes no Nanotecnològics</li> <li>• Monopoli</li> <li>• Desequilibris socioeconòmics</li> <li>• Augment de la bretxa tecnològica</li> <li>• Cursa armamentista</li> <li>• Mercat negre</li> <li>• Ús criminal-terrorisme</li> <li>• Riscos per a les llibertats individuals-privacitat-intimitat</li> </ul>	
	Especulatiu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Grey Goo</i></li> </ul>	

Taula 1.1. Riscos potencials de les nanotecnologies.

La potenciació dels possibles beneficis, així com l'anticipació, el control i la governança dels riscos de les nanotecnologies, són els objectius d'una sèrie d'organitzacions, *think tanks* que promouen un enfocament responsable de la nanotecnologia i d'altres tecnologies altament transformadores. Alguns d'aquests grups són: el *Center for Responsible Nanotechnology (CRN)*<sup>124</sup>; el *Foresight Institute*<sup>125</sup>; l'*International Risk Governance Council*<sup>126</sup>; *Nano and Society*<sup>127</sup>; *ETC Group*<sup>128</sup> o el *Nanoethics Group*<sup>129</sup>, aquest darrer més enfocat als aspectes vinculats a l'ètica.

### 1.5.1.3 Aspectes ètics

Enfocar les nanotecnologies d'una manera prudent, tenint en compte aquests riscos i aquells beneficis, de manera que el balanç resulti favorable, és com s'ha dit, una part, però no el tot, de l'ètica. L'ètica de les nanotecnologies, o la "nanoètica", com

<sup>124</sup> <http://www.crnano.org/index.html> Accedit 23/11/2015.

<sup>125</sup> <http://www.foresight.org/> Accedit 23/11/2015.

<sup>126</sup> <http://www.irgc.org/>; <http://www.irgc.org/issues/nanotechnology/> Accedit 23/11/2015.

<sup>127</sup> <http://www.nanoandsociety.com/> Accedit 23/11/2015.

<sup>128</sup> <http://www.etcgroup.org/es/issues/nanotechnology> Accedit 23/11/2015.

<sup>129</sup> <http://ethics.calpoly.edu/nanoethics/index.html> Accedit 23/11/2015.



l'anomenen algunes fonts<sup>130</sup>, suposaria també tenir en compte aspectes que, més enllà de ser susceptibles d'una mena de "càlcul" estratègic-instrumental, poden afectar a valors i formes d'entendre l'ésser humà i la pròpia vida. Així, als desenvolupaments que poden suposar un risc per a la salut, per a la seguretat, per al medi ambient o social, s'afegeixen aquells desenvolupaments que poden afectar valors com la privacitat i la intimitat de les persones, que també requereixen atenció des de l'ètica. Com també la requereixen altres avenços més pertorbadors, com els dirigits al que en anglès es coneix com a *human enhancement* (millora humana amb propòsits més enllà dels considerats terapèutics); o inclús la possibilitat, postulada per alguns, d'una hipotètica immortalitat de l'home.

La *2045 Initiative*<sup>131</sup> per exemple, promet -gràcies a la convergència de la nanotecnologia, la biotecnologia, les tecnologies de la informació, la tecnologia cognitiva, la genètica i la robòtica- la immortalitat per l'any 2045. Sempre segons els promotors del projecte, per llavors, i després de diferents estadis de perfeccionament, serem capaços d'entendre els principis de la consciència i de transferir la personalitat a un portador artificial, un *avatar*, que ens permetrà accedir a la "immortalitat cibernètica". Serà l'inici del que ells mateixos anomenen la "neo-humanitat". Aquest és un exemple de postura "transhumanista": la possibilitat que l'ésser humà es transcendeixi a ell mateix, gràcies al desenvolupament tecnològic.

Una cosa similar és el que promet el projecte *HUMAI (Human Resurrection Through Artificial Intelligence)*. Això és el que diu la seva missió: "*Humai is an AI company with a mission to reinvent the afterlife. We want to bring you back to life after you die. We're using artificial intelligence and nanotechnology to store data of conversational styles, behavioral patterns, thought processes and information about how your body functions from the inside-out. This data will be coded into multiple sensor technologies, which will be built into an artificial body with the brain of a deceased human. Using cloning technology, we will restore the brain as it matures.*"<sup>132</sup>

<sup>130</sup> Existeix una revista anomenada "Nanoethics". <http://link.springer.com/journal/11569>

<sup>131</sup> <http://2045.com/> Accedit 22/11/2015; . És el lloc web del projecte promogut pel milionari rus Dmitry Itskov

<sup>132</sup> <http://humaitech.com/> Accedit 28/11/2015.

Un altre d'aquests exemples és el que es coneix com la "Singularitat Tecnològica" (*Technological Singularity*). El terme va ser popularitzat pel futurista Ray Kurzweil<sup>133, 134</sup>, que s'ha convertit en el defensor més cèlebre de la idea. El concepte de Singularitat es basa en la noció d'intel·ligència artificial (IA) per postular que la tendència actual del desenvolupament tecnològic, amb l'adveniment de les noves tecnologies, ens portarà inevitablement a un moment en que les màquines superaran la intel·ligència dels humans. Arribarà fins i tot el moment (la *Singularitat Tecnològica*) en que una sola màquina tindrà una intel·ligència superior a la de tota la humanitat. Una màquina (ordinador, robot o xarxa) dotada d'aquesta *intel·ligència artificial general (IAG)*, "superhumana", seria capaç de portar a terme qualsevol activitat intel·lectual que pugui fer un humà. Però no només això, també tindria la capacitat de redissenyar-se, amb unes possibilitats d'auto-millora superiors a les dels humans. En conseqüència, el desenvolupament tecnològic experimentaria una gran acceleració, fins a extrems que un ésser humà com els d'avui, amb una intel·ligència no-millorada, no podria arribar a entendre.

Una hipòtesi com aquesta, òbviament, ens planteja nombrosos interrogants. Podríem començar per preguntar-nos què entenem per intel·ligència en general, i per intel·ligència humana en particular. Però potser les incerteses més importants són les relacionades amb escenaris comptant amb la possibilitat que una màquina amb aquest tipus d'intel·ligència pugui adoptar alguna mena d'autonomia, o amb la idea d'immortalitat, també invocada a través de la Singularitat.

Encara que puguin semblar ciència-ficció, les idees d'immortalitat, IAG o Singularitat, estan sent preses molt seriosament per alguns actors importants en l'escena tecnocientífica actual<sup>135</sup>, que estan liderant la recerca en aquests camps, la qual cosa no deixa de ser, si més no, inquietant.

<sup>133</sup> Per més informació dels treballs i interessos de Ray Kurzweil, es pot visitar el lloc web del seu projecte personal *Kurzweil Accelerating Intelligence*: <http://www.kurzweilai.net/>. Accedit 22/11/2015.

<sup>134</sup> Ray Kurzweil és també un defensor de la nanotecnologia, com a eina per resoldre alguns dels grans problemes de la humanitat. Així mateix, ha denunciat els seus perills potencials extrems, però defensant que, davant la impossibilitat de lluitar contra l'avenc tecnològic sense caure en un totalitarisme, l'únic que podem fer és lluitar tecnològicament.

<sup>135</sup> Ray Kurzweil va ser contractat el 2012 per Google per treballar en nous projectes relacionats amb l'aprenentatge de màquines i processament de llenguatge. Abans, el 2009 havia creat, conjuntament amb el *NASA Ames Research Center*, la *Singularity University*, dedicada a la investigació sobre la Singularitat. Aquesta informació resulta rellevant, per assenyalar la importància que s'està donant a les idees transhumanistes en determinats centres de poder.

## **2. Diferents modes d'afrontar els aspectes ètics de les nanotecnologies**



## **2. Diferents modes d'afrontar els aspectes ètics de les nanotecnologies.**

Per tot el que s'ha dit fins ara, sembla clara la necessitat de la reflexió ètica, com a eina apropiada per abordar certs aspectes que el debat sobre les nanotecnologies poden posar sobre la taula. L'àmbit de les nanotecnologies, com passa amb moltes altres activitats humanes, demana una reflexió per encarar les preguntes que ens fem sobre la correcció o incorrecció moral de les nostres decisions, així com de les nostres accions o omissions.

La primera qüestió que s'ha de respondre però, és si les nanotecnologies presenten característiques que justifiquin que aquesta reflexió ètica tingui alguna cosa que la faci especial, respecte la que es faria per a altres àmbits, i més concretament respecte a l'activitat tecnològica en general. Poden ser considerades les nanotecnologies com a una disciplina amb entitat pròpia?, o no passen de ser un conjunt de tècniques aplicades de manera transversal en tot un espectre de tecnologies? ¿Són una part més de la tecnologia, sense cap aspecte essencial que les faci diferents, i per tant, haurien de ser observades des d'un mateix marc ètic? Plantegen les nanotecnologies nous aspectes de caire moral als que no es pot respondre des de l'actual reflexió ètica? Aquestes preguntes no són trivials i es poden trobar arguments per respondre en un i altre sentit.

En el present capítol es tracta d'identificar diferents maneres d'enfocar aquestes i altres qüestions relacionades amb els possibles aspectes ètics de les nanotecnologies. Concretament s'analitzaran comparativament les posicions oficials que, davant els reptes ètics que presenten les nanotecnologies, proposen les dues comunitats polítiques que més estan apostant en la cursa nanotecnològica: la Unió Europea (UE) i els Estats Units d'Amèrica (EUA).

Per començar a abordar d'una manera fonamentada les preguntes plantejades, el primer que necessitem és, òbviament, un fonament. És a dir, quelcom del que puguem estar prou segurs com perquè sigui possible establir un consens suficientment ampli. Sobre aquest fonament, podrem començar a construir. No sembla que hi hagi discussió sobre la conveniència de la reflexió ètica entorn a la tecnologia en general. Com hem

vist en el capítol introductori, sembla raonable pensar que la capacitat d'intervenció sobre la natura, derivada de la tecnologia, dota la humanitat d'una llibertat que al mateix temps carrega el gènere humà amb una enorme responsabilitat. Això implica la necessitat de fer una reflexió profunda per tal d'actuar sempre amb i en consciència, davant de cada pas endavant, especialment quan aquest pas té implicacions significatives en diferents àmbits de l'existència humana. Aquest pot ser el fonament sobre el que podem començar a treballar.

La possibilitat de que la capacitat d'intervenció sobre la natura de la que parlàvem, arribi fins als confins més íntims de l'ésser material gràcies a la nanotecnologia, ens porta a límits que poden, fins i tot, posar en dubte l'actual definició d'ésser humà. Encara més, poden difuminar la divisió ontològica entre vida i no vida. Aquí apareix un primer punt que admet diferents opinions. Són realment tan profunds els canvis que poden comportar les nanotecnologies com per considerar-les una autèntica revolució –i per tant un salt significatiu? o suposen, més que un salt, un pas endavant de caràcter més aviat gradual? Són veritablement nous els aspectes ètics sobre els que s'ha de reflexionar? o no són més que una extensió dels aspectes que ja posa al descobert la tecnologia (o les noves tecnologies) en general? La nanotecnologia, en la seva particularitat, compleix de manera especialment intensa amb les característiques atribuïbles a la tecnologia moderna en general. Però el cert és que la consideració de la nanotecnologia com una branca de la tecnologia amb implicacions ètiques específiques, és una discussió encara no resolta i existeixen arguments en un i altre sentit, com veurem a continuació.

En el capítol anterior hem tingut l'oportunitat de considerar dues maneres d'enfocar la qüestió, amb la disputa entre Habermas i Sloterdijk en relació amb la biotecnologia. A molts grans trets es pot resumir aquesta controvèrsia de la següent manera: per una banda, es pot considerar que les tecnologies aplicades a la vida (biotecnologia) s'endinsen profundament, com no ho havia fet mai cap altra tecnologia, en terrenys que podrien tocar de ple els valors, els drets i els deures més bàsics de l'espècie humana i fins i tot la seva essència mateixa. Per altra banda, també es pot contraargumentar que la biotecnologia només és un nou pas endavant, dins d'un camí

evolutiu que és inherent a la pròpia essència de l'ésser humà. No seria *essencialment* diferent a allò que l'home ha anat fent fins ara. Es tractaria doncs d'un pas endavant, que seria fins i tot desitjable, per tal d'assolir una eventual realització total de l'home. Els termes d'aquesta discussió es poden aplicar a la nano-bio-tecnologia (nanotecnologia aplicada a l'àmbit de la biotecnologia), però també a la nanotecnologia en general. Per una banda pot ser vista com a novetat absoluta i per l'altra com a tecnologia "possibilitadora" (*enabling*), és a dir, com l'eina que capacitaria d'altres tecnologies, dotant-les dels instruments necessaris, per fer un pas endavant en un camí evolutiu, portant-nos a fites que fins ara només es podien qualificar de ciència-ficció.

És molt probable que ens trobem a les portes de traspasar una nova frontera, potser la darrera, pel que fa a capacitat de manipulació de la natura. Aquesta és una fita que pot transformar significativament la imatge que tenim de nosaltres mateixos i la manera de relacionar-nos amb el nostre entorn. Però al cap i a la fi, la nanotecnologia podria ser "només" l'eina que habiliti a la resta de tecnologies ja existents, per donar aquest pas. Justificaria això la necessitat d'una nanoètica? En quins termes?

## **2.1 La dificultat d'establir un marc de treball per a la nanotecnologia.**

Després del primer moment de la reflexió ètica, que consisteix precisament en reconèixer la necessitat d'una reflexió ètica, és convenient mirar d'establir també el marc d'actuació. És a dir, quins són els límits dins dels quals ens haurem de moure quan ens endinsem de ple en la reflexió?

Precisament una de les primeres dificultats a l'hora de parlar de nanotecnologia està en la resposta a aquesta pregunta. Deriva del fet que, per les seves característiques, la nanotecnologia, obri la porta a un nombre gairebé infinit de possibilitats d'aplicació. Una conseqüència d'això és que es fa difícil poder parlar de la nanotecnologia com d'una disciplina específica. Es pot pensar en nano-aplicacions en gairebé qualsevol camp. Per això, com hem dit al capítol 1, hi ha qui prefereix utilitzar el terme "nanotecnologies", en plural, cosa que pot tenir conseqüències, per exemple, a l'hora

d'estudiar els aspectes ètics<sup>1</sup>. Dit en altres paraules, sembla adequat entendre les nanotecnologies com una tecnologia transversal.

En part degut a aquesta transversalitat, la qual dificulta la delimitació del marc de treball, la UE ha començat a veure la conveniència d'ampliar el seu "*Codi de Conducta per la Recerca Responsable en Nanociències i Nanotecnologies*"<sup>2</sup>. El que inicialment podia semblar un marc clar, no ho és tant, com s'ha vist. D'una banda, convé estendre la reflexió més enllà de les nanotecnologies, a altres tecnologies emergents. D'altra banda és interessant estendre-la, més enllà de la recerca, a tota la cadena de valor<sup>3</sup>. En aquesta mateixa línia i dins una nova estratègia, la UE ha inclòs recentment les nanotecnologies junt a d'altres tecnologies emergents (*micro i nanoelectrònica, biotecnologia industrial, materials avançats, fotònica, i tecnologies de manufactura avançada*), en un nou grup de tecnologies transversals, considerades clau per al desenvolupament industrial europeu, i que comparteixen amb la nanotecnologia la condició de "possibilitadores" (*enabling*). Aquest conjunt de tecnologies "possibilitadores" clau ha estat batejat com a *Key Enabling Technologies (KETs)*<sup>4</sup>. Parlarem una mica més abastament de les *KETs* al proper capítol.

## 2.2 Diversitat cultural i ètica.

Generalment, tant les persones com les societats, alhora d'enfrontar-se als diferents desafiaments d'ordre filosòfic que se'ls van presentant, es veuen influïts en gran mesura per certes especificitats socioculturals. Aquestes es poden associar, entre altres coses, a les corresponents tradicions de pensament. Adela Cortina, en aquest breu fragment, ens parla precisament de les dues comunitats a les quals ens estem referint:

*"...ese american way of thought que acompaña inevitablemente al american way of life impregnado tradicionalmente de pragmatismo. Importa la toma racional de decisiones y, en consecuencia, las máximas que la posibiliten. Mucho más no es necesario porque entonces empiezan las discrepancias (...). Sin embargo, el modo europeo de filosofar, y sobre todo el*

<sup>1</sup> GORDIJN, B., *Nanoethics: from utopian dreams and apocalyptic nightmares towards a more balanced view*, Science and Engineering Ethics, 11(4), 2005, p. 521-33.

<sup>2</sup> Veurem de seguida la importància d'aquest document, així com la seva referència.

<sup>3</sup> [http://cordis.europa.eu/result/rcn/55409\\_en.html](http://cordis.europa.eu/result/rcn/55409_en.html) Accedit 6/10/2015.

<sup>4</sup> [http://ec.europa.eu/growth/industry/key-enabling-technologies/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/industry/key-enabling-technologies/index_en.htm) Accedit 6/10/2015.



*germánico, rara vez se conforma con tanta modestia y sigue buscando principios, más o menos explícitamente.*"<sup>5</sup>

Cortina es refereix aquí a un àmbit general del pensament. Però, es podria pensar que el patró es manté en el cas de les nanotecnologies? ¿És possible observar diferències atribuïbles a la diversitat cultural en els diferents plantejaments a l'hora d'afrontar les consideracions ètiques de les nanotecnologies?

Per J. Schummer, per exemple, són cinc les dimensions de la diversitat cultural que poden afectar la percepció dels aspectes ètics associats a les nanotecnologies en diferents societats: llenguatge, herència cultural, economia, política i marc ètic<sup>6</sup>. Com passa amb la majoria d'àmbits, la percepció que tenim dels aspectes ètics de les nanotecnologies depenen de l'ús que es doni de certs conceptes clau. El tipus de definició d'aquests conceptes per la que es decanti una determinada comunitat, marcarà de forma decisiva la posterior reflexió. En el proper capítol veurem com és precisament la mateixa noció de "nanotecnologia" una de les que resulta ser més problemàtica en aquest sentit, i d'alguna manera quedarà palesa la importància del factor *llenguatge* com a primer pas a qualsevol reflexió. Abans però, en el present capítol, ens ocuparem d'aspectes més relacionats amb la resta de factors que, segons Schummer, afecten a la percepció pública de la nanotecnologia i lògicament a la manera de plantejar la reflexió: *l'herència cultural*, que despertarà uns o altres prejudicis en el si de la comunitat, derivats de les diferents sensibilitats, significats simbòlics i mites religiosos o literaris; les *condicions econòmiques* d'una comunitat i l'efecte que aquesta pot tenir en la tendència a magnificar la novetat i/o relativitzar els aspectes més dubtosos d'una determinada tecnologia; la *situació política*, que determina qui té el control del desenvolupament tecnològic i la relació que té la tecnologia amb el sistema polític en general; i el *marc ètic*, que, al cap i a la fi, marca què entén cadascú per una "vida bona".

<sup>5</sup> CORTINA, A., *Ética Aplicada y Democracia Radical*. Tecnos, Madrid, 1993, P. 169.

<sup>6</sup> SCHUMMER, J., *Cultural Diversity in Nanotechnology Ethics*, in F. A. (eds.), *Nanotechnology & Society. Current and Emerging Ethical Issues*. Springer, Netherlands, 2008, p. 265-280.

### 2.3 Diferents enfocaments ètics de la qüestió nano: UE i EUA.

Com ja s'havia avançat, en aquest capítol veurem com s'han afrontat els aspectes ètics de les nanotecnologies als EUA i a la UE, dues de les comunitats occidentals que més fort han apostat en els darrers anys per la recerca i el desenvolupament en aquest àmbit. Ambdues societats han manifestat algun grau de preocupació respecte les consideracions ètiques davant els reptes que ens presenten les nanotecnologies, però com quedarà palès, la reflexió no s'està resolent de la mateixa manera en les dues comunitats.

Si, com s'ha dit, la nostra predisposició, personal i col·lectiva, davant d'aquestes qüestions depèn dels valors morals que hem heretat, no pot resultar estrany esperar que existeixi una relació entre els valors morals tradicionals col·lectius -el que es podria entendre com l'*ethos* d'una comunitat- i la manera amb la que la comunitat afronta els reptes relacionats amb l'ètica, per exemple, a través de les seves institucions. El resultat pot quedar reflectit en certes polítiques de finançament o en les agendes de recerca<sup>7</sup>.

Precisament, la biotecnologia ens ofereix algunes lliçons recents de com responen els individus i les comunitats a aspectes controvertits que involucren valors, i com aquestes respostes es veuen afectades pel rerefons històric-cultural. El cas dels organismes modificats genèticament (OMG), per exemple, ha estat –i està sent- tractat d'una manera diferent a Europa i als EUA. Mentre al Vell Continent el *principi de precaució* pren una especial rellevància, els americans apel·len al *principi d'equivalència substancial* per justificar postures més laxes. Aquesta diferència sembla reflectir uns trets característics associats històricament al pensament d'un i altre entorn sociocultural<sup>8,9</sup>.

Com ha passat amb la biotecnologia, les nanotecnologies han protagonitzat en els darrers anys una veritable cursa entre les principals potències mundials, en la que ningú no es vol quedar enrere i que queda justificada per les impressionants promeses

<sup>7</sup> BERGER, M., *Europe and the U.S. take different approaches to Converging Technologies*, Nanowerk LLC, 2008. <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=6905.php> Accedit 13/6/2009

<sup>8</sup> HUNT, G., MEHTA, M. (Eds.), *Nanotechnology: Risk, Ethics and Law*, London, Sterling, VA: Earthscan, 2006

<sup>9</sup> Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie (CEST). *Avis: Pour une gestion éthique des OGM, Gouvernement du Québec*, 2003, p. 31-32. [http://www.ethique.gouv.qc.ca/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=17&Itemid=73](http://www.ethique.gouv.qc.ca/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=17&Itemid=73) Accedit 25/7/2009.

de futur de les nanotecnologies. Assolir i mantenir la preeminència en l'univers nanotecnològic ha esdevingut un objectiu estratègic. En aquesta cursa però, no hi ha a dia d'avui unes regles específiques. Així, els límits en la recerca i el desenvolupament d'aplicacions recauen encara majoritàriament en el terreny d'allò voluntari i per tant en l'àmbit d'allò moral. A l'ètica li recau doncs també la responsabilitat de posar-se al capdavant d'un procés normatiu que, inevitablement, s'haurà d'engegar en un futur immediat.

En aquest aspecte, són nombrosos els pensadors i els grups, d'ambdues bandes de l'Atlàntic<sup>10</sup>, més o menys involucrats en la recerca i interessats en els aspectes socials i ètics de la tecnologia. Aquests grups han expressat les seves opinions sobre les qüestions ètiques que haurien de ser tingudes en compte en un món amb nanotecnologies<sup>11,12,13,14,15,16</sup>. A més, diversos grups multi-disciplinaris independents s'han dedicat a treballar sobre el que podríem anomenar "recerca i desenvolupament responsable de la nanotecnologia". Entre aquests grups es poden incloure The Foresight Institute, The Center for Responsible Nanotechnology o The Nanoethics Group, dels quals ja hem parlat al capítol d'introducció. També algunes organitzacions transnacionals, com la UNESCO, han expressat el seu punt de vista<sup>17</sup>.

<sup>10</sup> Entre aquestes opinions val la pena recordar la del pensador francès, Jean-Pierre Dupuy, que ja hem esmentat a la introducció. Dupuy destaca alguns dels errors que es cometien a l'hora de desenvolupar una "nanoètica": la identificació de l'ètica amb una certa concepció de la prudència que la redueix a un càlcul racional del risc en termes econòmics i no ètics; la confusió entre ètica i anàlisi cost-benefici; i un intercanvi constant entre "tecnologies" i "tècniques", termes emprats sovint com a sinònims, quan, com hem vist, no són exactament el mateix. A l'altra banda de l'Atlàntic, en el seu informe per al *Project on Emerging Nanotechnologies*, el filòsof nord-americà, Ronald Sandler, enumera el que ell entén com els errors més grans comesos entorn a l'ètica i les nanotecnologies emergents. Aquests errors serien els derivats de les següents afirmacions: que "és massa aviat per dir quins són els aspectes socials i ètics"; que "la revolució nanotecnològica és inevitablement bona"; i que "la clau dels aspectes ètics i socials és assegurar l'acceptació pública" SANDLER, R. *Nanotechnology: The Social and Ethical Issues*, PEN-16, The Project on Emerging Nanotechnologies (PEN), The Woodrow Wilson International Center for Scholars & The Pew Charitable Trusts, Gener 2009. from <http://www.nanotechproject.org/publications/archive/pen16/> Accedit 15/7/2009.

<sup>11</sup> HERMERÉN, G., MARCZEWSKI, K., NIELSEN, L., *Opinion on the ethical aspects of nanomedicine - Opinion N° 21*. Opinion of the European Group on Ethics in Science and New Technologies to the European Commission, January 17, 2007. [http://ec.europa.eu/archives/european\\_group\\_ethics/archive/2005\\_2010/activities/docs/opinion\\_21\\_nano\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/archives/european_group_ethics/archive/2005_2010/activities/docs/opinion_21_nano_en.pdf) Accedit 11/12/2015.

<sup>12</sup> VAN DE POEL, I.. *How Should We Do Nanoethics? A Network Approach for Discerning Ethical Issues in Nanotechnology*, NanoEthics, 2, 2008, p. 25-38

<sup>13</sup> The ethics of nanotechnology (February 7, 2007). <http://www.nanotech-now.com/ethics-of-nanotechnology.htm> Accedit 15/7/2009

<sup>14</sup> FERNÁNDEZ AGIS, D., FERNÁNDEZ CASTILLO, A., *La nanotecnología, inquietudes sociales y problemas éticos derivados*, El Catobepilas, 61, Núdulo Materialista, Març 2007, p. 14.

<sup>15</sup> The Royal Society, Nanoscience and Nanotechnology: Opportunities and Uncertainties, 2004. from <http://www.nanotec.org.uk/report/Nano%20report%202004%20fin.pdf> Accedit 15/7/2009.

<sup>16</sup> The Action Group on Erosion, Technology and Concentration (ETC Group). *The Big Down: From Genomes to Atoms*, (January 2003). <http://www.etcgroup.org/upload/publication/171/01/thebigdown.pdf> Accedit 15/7/2009.

<sup>17</sup> United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), *Report: The Ethics and Politics of Nanotechnology*, 2006. <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145951e.pdf> Accedit 10/12/2015.

Les pròpies agències governamentals no s'han quedat al marge i s'han erigit en un dels actors principals del repartiment, com a dipositàries que són de la confiança dels governs estatals. De fet, algunes d'aquestes agències, com a representants públics, tenen responsabilitats regulatives, si més no, com a assessors dels òrgans reguladors. Però malgrat tot aquest interès, el baix nombre de publicacions sobre els aspectes ètics de les nanotecnologies -comparat amb el gran esforç realitzat en recerca i desenvolupament- suggereix la necessitat d'una intensificació en aquest sentit<sup>18</sup>. Això resulta important, perquè és en part a partir de totes aquestes opinions que es van conformant les postures oficials dels òrgans de govern dels estats, les quals han de marcar les polítiques que efectivament s'adoptaran.

### **2.3.1 Contexts culturals i tradicions.**

Tot i una herència platònic-aristotèlica comuna, que confereix a tota la tradició filosòfica occidental una determinada visió del món, marcada per la teleologia, l'essencialisme i la causalitat, s'observa una separació històrica en els principis que guien l'evolució del pensament a Europa. Així, trobem per una banda l'Europa continental, i per l'altre el món anglo-saxó<sup>19</sup>. Aquestes diferències s'han vist traslladades a l'altre costat de l'Atlàntic, fins al punt que avui es pot parlar de dues tradicions filosòfiques diferenciades: l'europea continental i l'anglo-americana.

Si ens centrem en el raonament moral, es pot considerar que la tradició continental, a grans trets, està compromesa amb un enfocament deontològic d'influència principalment kantiana, i amb una visió contractualista de la societat. Tot això dins del marc de tradició grega que li aporta els elements teleològics, essencialistes i causals ja mencionats. Per altra banda, certs corrents filosòfics que apareixen a les Illes Britàniques des de finals del segle XVII i durant els segles XVIII i XIX, constitueixen la base de la diferenciació entre ambdues tradicions. L'empirisme britànic, l'escepticisme de Hume, l'emotivisme moral, la visió sociopolítica de Hobbes i el conseqüencialisme, més concretament en forma d'utilitarisme de la mà de figures com J.Bentham i J.S.Mill, poden ser considerades les influències filosòfiques més importants que s'afegiran a la

<sup>18</sup> MNYUSIWALLA, A., DAAR, A. S., SINGER, P. A., 'Mind the gap': Science and Ethics in Nanotechnology. *Nanotechnology*, Institute of Physics Publishing, 14, 2003, R9-R13.

<sup>19</sup> D'AGOSTINI, F., *Analíticos y continentales. Guía de la filosofía de los últimos treinta años*, Cátedra, Madrid, 2009.

cosmovisió anglosaxona, la qual està relacionada d'alguna manera amb la filosofia analítica del segle XX.

Així, els europeus continentals semblen inevitablement empesos a cercar principis (entesos com a regles universalitzables i justificables racionalment) i compromesos amb una essència humana subjacent que ha de ser assolida o preservada. Per la seva banda, els anglosaxons semblen més lligats als fets avaluable i als efectes observables, per tal d'obtenir una mena de maximització de la utilitat, habitualment entesa com algun tipus de "felicitat" o "benestar", que ha de ser mesurable d'alguna manera. En qualsevol cas, ambdós contextos culturals, el continental i l'anglo-saxó, admeten en general la idea de que una sola teoria ètica no és capaç de resoldre satisfactòriament tots els processos de presa de decisió i que, per tant, és necessari apel·lar a diferents teories en diferents moments i per diferents problemes.

Podríem dir per resumir que, en línies generals, les guies del raonament moral en ambdues comunitats consisteixen en articulacions de diferents teories ètiques, amb predominança d'elements deontològics a l'Europa continental i utilitaristes a l'àrea d'influència anglo-americana. Encara que aquesta distinció pugui semblar subtil, en ocasions aquesta diferència de matís pot conduir a conclusions divergents.

Aquestes diferències, de fet, poden molt bé estar a l'arrel dels resultats obtinguts en un estudi de 2005<sup>20</sup>. Segons aquest estudi, la percepció pública de la nanotecnologia sembla ser més positiva als EUA que a la comunitat europea. Així, un 50% dels nord-americans, en front a un 29% dels europeus, pensa que les nanotecnologies milloraran les nostres vides. Per altra banda, un 35% dels americans, en front a un 53% dels europeus, admet no saber què poden portar les nanotecnologies. D'alguna manera, els americans semblen sentir-se més confiats i còmodes amb les innovacions tecnològiques que els europeus<sup>21</sup>.

Tot això pot ser degut a una diferent tradició històrica en la visió de la tensió entre home i natura. A grans trets, els europeus semblen sentir-se lligats a quelcom com la idea essencialista d'una naturalesa humana donada, que ha de ser preservada o que,

<sup>20</sup> GASKELL, G., EYCK, T.T. et al., *Imaging nanotechnology: cultural support for technological innovation in Europe and the United States*, Public Understanding of Science, 2005, vol 14, p. 81-90.

<sup>21</sup> HUNT, G., MEHTA, M. (Eds.), Op. cit.

com a mínim, mereix ser tinguda en consideració. Habermas en aquest sentit, parla de la divisió entre *allò crescut i allò fet*, basant-se en una concepció neo-aristotèlica del món<sup>22</sup>. La tensió es resol, en aquest cas, mitjançant virtuts, com la prudència i l'excel·lència, entre d'altres; el *principi de precaució*; i una visió teleològica, que configuren els fonaments de la visió europea del bé i de la *vida bona*.

En contrast, els nord-americans entenen la tensió home-natura com una mena de lluita en la qual el *benestar* dels homes ha de prevaldre sobre les *amenaces* d'una natura que és vista com a oposició. La ciència i la tecnologia s'han erigit en els mitjans indispensables per realitzar aquest objectiu. Des d'aquest punt de vista, un enfocament conseqüencialista del procés de presa de decisió serà considerat com el més adequat, i el *principi d'utilitat* com el criteri apropiat per avaluar la validesa moral d'una acció. En poques paraules, està bé si les conseqüències són "bones". Així, el balanç entre pros i contres esdevé l'instrument moral fonamental. No obstant, no es pot deixar fora de consideració una connexió de la tradició nord-americana contemporània amb la deontologia i el contractualisme, per exemple a través de la *Teoria de la Justícia* de John Rawls, que recupera conceptes com "Justícia" i "Dignitat"<sup>23</sup>.

També certs aspectes geopolítics de les dues comunitats han de ser comptats entre els factors que poden afectar la manera amb que s'afronten els nous reptes. La Comunitat Europea està formada per nombrosos Estats, cada un d'ells amb la seva pròpia història, el seu rerefons cultural i el seu conjunt de valors més o menys particulars. La gestió d'aquesta pluralitat ha de ser tractada necessàriament a través d'algun grau de diàleg públic. Aquesta circumstància representa un context sociopolític molt propici per al que un esquema universalista (com el de l'ètica discursiva, proposat principalment per filòsofs com J.Habermas o K.O.Apel) pugui resultar el mitjà adequat sobre el que fonamentar el raonament moral<sup>24</sup>. Per la seva banda als EUA, en tractar-se d'una societat més harmonitzada i homogènia que la europea, el diàleg públic amb finalitats normatives podria no ser vist com un pas tan necessari.

<sup>22</sup> HABERMAS, J. *El Futuro de la Naturaleza Humana. ¿Hacia una Eugenesia Liberal?*, Paidós, Barcelona, 2002.

<sup>23</sup> RAWLS, J., *Teoría de la justicia*, Fondo de Cultura Económica, México, 1979.

<sup>24</sup> CORTINA, A. *Ética mínima. Introducción a la filosofía práctica*, Tecnos, Madrid, 1986.

En breu es discutirà com es reflecteixen aquests contextos i tradicions en els enfocaments oficials en front dels potencials aspectes ètics, socials i legals de les nanotecnologies a cada comunitat. Abans però, és interessant mencionar el que assenyala la *Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie* (CEST) del Quebec (Canadà) al seu informe dedicat a la gestió ètica dels organismes modificats genèticament (OMG)<sup>25</sup>. Els quebequesos atribueixen l'adopció del Principi de Precaució a la "*façon de faire*" dels europeus, mentre que allò característic del "*Northamerican way*" seria un enfocament del tipus "*équivalència substancial*", sempre segons la CEST. Encara que aquestes afirmacions es fan respecte als OMG, és destacable el paral·lisme amb les nanotecnologies, com assenyala la mateixa CEST en el seu informe sobre ètica i nanotecnologies<sup>26</sup>. Al mateix informe, la CEST defineix l'actitud canadenca com propera a la dels EUA, però reconeix la idoneïtat d'incorporar quelcom de la *manera de fer* europea.

Una altra aportació, que estaria en línia amb la nostra tesi, es troba a un informe del *NANO Project Observatory (European Center for Analysis Expert, Scientific and Economic Nanotechnologies)* titulat "*Toolkit for Ethical Reflection and Communication*", el qual conté la següent afirmació: "*La promoció europea del principi de precaució contrasta fortament amb la confiança dels Estats Units en l'anàlisi cost-benefici*"<sup>27</sup>.

Respecte a l'anàlisi pròpiament dita dels posicionaments oficials enfront els aspectes ètics associats a les nanotecnologies de la UE i els EUA que conforma el que resta d'aquest capítol, cal advertir que té com a objectiu valorar, de forma qualitativa (no quantitativa) fins a quin punt aquestes postures es poden veure influïdes per determinats trets del rerefons social i les tradicions filosòfiques pròpies de cada comunitat.

<sup>25</sup> Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie (CEST). *Avis: Pour une gestion éthique des OGM, Gouvernement du Québec*, 2003, p. 31-32. <http://www.ethique.gouv.qc.ca/fr/assets/documents/OGM/OGM-avis-FR.pdf> Accedit 25/7/2009.

<sup>26</sup> Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie (CEST). *Avis: Éthique et Nanotechnologie: se donner les moyens d'agir*, Gouvernement du Québec, 2006, p. 27, 33. [http://www.ethique.gouv.qc.ca/fr/assets/documents/Nano/Avis-Ethique\\_et\\_nano\\_WEB.pdf](http://www.ethique.gouv.qc.ca/fr/assets/documents/Nano/Avis-Ethique_et_nano_WEB.pdf) Accedit 8/12/2015.

<sup>27</sup> PAVLOPOULOS, M., GRINBAUM, A. & BONTEMS, V., *Toolkit for Ethical Reflection and Communication*, (Deliverable S D4. 4. 1 and D4.4.2). ObservatoryNano: European observatory for science-based and economic expert analysis of nanotechnologies, Work package 4: Ethical and societal impacts., CEA-LARSIM, 2010. P. 24

Per fer-ho s'han triat dos textos<sup>28</sup>, un per cada comunitat, que han estat seleccionats seguint un "criteri d'oficialitat". Els continguts dels textos, així com els procediments emprats per la seva elaboració, es poden considerar com les expressions de les respectives postures oficials, però no tenen per què reflectir necessàriament el conjunt de l'opinió pública en el si de cada societat.

S'assumeix que aquesta estratègia d'anàlisi presenta certes limitacions que es consideren acceptables, donat que els objectius de l'estudi es restringeixen a una avaluació qualitativa de les postures oficials. L'abast de l'anàlisi no és el d'un meta-estudi extensiu i exhaustiu que estigui basat en una revisió individualitzada de les opinions manifestades per cadascun dels pensadors o grups discriminats per societats. Es tracta en canvi d'una anàlisi dels arguments i principis emprats en dos lliuraments oficials específics per part d'institucions governamentals de la UE i els EUA, els quals considerem representatius de les respectives postures oficials en un moment determinat. Atès que ambdós documents són el resultat de determinats processos de participació i reflexió, es considerarà que aquests poden reflectir de manera ponderada i suficientment fiable i estable, el pensament al respecte en cada societat. S'accepten les precitades limitacions pel que fa a la precisió que aquesta estratègia d'anàlisi pot suposar en les conclusions inferides, que en cap cas pretenen tenir un caràcter quantitatiu.

Un cop fet el plantejament, entrem ja de ple en la comparativa de les posicions.

### **2.3.2 L'enfocament oficial europeu.**

La Comissió Europea (CE), institució encarregada de governar i de representar els interessos de la Unió Europea (UE) com un conjunt, està formada per representants polítics de tots els estats membres, encara que és independent dels governs nacionals<sup>29</sup>. Al febrer del 2008 la CE va lliurar un document que contenia una sèrie de recomanacions i un codi de conducta (veure nota 28), d'acceptació voluntària, dirigit a

<sup>28</sup> European Commission, "Commission Recommendation of 07/02/2008 on a code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research" ([http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/nanocode-apr09\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/nanocode-apr09_en.pdf) Accedit 8/12/2015) i The President's Council of Advisors on Science and Technology, "Second Assessment and Recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel" (April 2008). (<https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST-NNAP-NNI-Assessment-2008.pdf> Accedit 8/12/2015)

<sup>29</sup> The European Commission. (n.d.). Europa website of European Union Institutions and other bodies: [http://europa.eu/institutions/inst/comm/index\\_en.htm](http://europa.eu/institutions/inst/comm/index_en.htm) Accedit 8/12/2015.



establir un marc per a la recerca responsable en nanociència i nanotecnologia. Aquest document podria ser considerat com una substanciació de la reflexió ètica europea sobre nanotecnologia, en el sentit que, tant el procediment per confeccionar el document com el seu contingut, defineixen d'alguna manera la postura presa al Vell Continent.

Si ens fixem en la part procedimental, tots els elements del document (les recomanacions, els objectius, l'abast, les definicions i l'articulació del codi de conducta que en ell apareixen, així com les revisions regulars previstes) han estat desenvolupats en base als resultats de processos de participació entre tots els agents involucrats (*stakeholders*): estats membres, investigadors, empreses, inversors, consumidors, ciutadans. Aquest enfocament participatiu reflecteix la intenció europea d'adoptar una actitud dialògica, un plantejament de caràcter deontològic, realitzat des de l'ètica discursiva, que fonamenta els seus principis procedimentals normatius en la deliberació entre tots els possibles afectats per la norma en qüestió i en la presumible obtenció d'un consens que faci possible l'acceptabilitat d'aquesta per part de tots ells. Aquest procediment discursiu es considera la font d'objectivitat (o intersubjectivitat) buscada com a criteri moral, especialment aplicable en comunitats en les que la pluralitat és un tret definitori, com és el cas de la UE. En aquest sentit, la UE ha promogut la creació de projectes de recerca en l'àmbit dels aspectes ètics, legals i socials (ELSA per les seves inicials en anglès), que són essencials per formar la posició oficial de la UE<sup>30</sup>.

En referència a la part substantiva del document, és a dir, el seu contingut, una lectura dels *Principis Generals* del codi de conducta ens dona una idea de la posició adoptada, preferentment deontològica. Es tracta d'un codi de conducta voluntari, una declaració d'intencions no vinculant. Aquest caràcter voluntari és, de fet, un dels aspectes més controvertits, ja que es podria considerar que la CE, més enllà d'emetre recomanacions, hauria de començar a legislar.

---

<sup>30</sup> HULLMANN, A., *European activities in the field of ethical, legal and social aspects (ELSA) and governance of nanotechnology*, European Commission, DG Research, October 1, 2008

En tot cas, el *Principis Generals* continguts al Codi de Conducta són els següents:

- Sentit (*meaning*):  
Les activitats de recerca en nanotecnologies han de ser comprensibles per al públic i han de respectar els drets fonamentals, així com buscar el benestar tant dels individus com de la societat.
- Sostenibilitat (*Sustainability*):  
Aquestes activitats han de ser segures, èticament acceptables i han de contribuir a un desenvolupament sostenible, d'acord amb els objectius de la Comunitat i els Objectius de Desenvolupament del Mil·lenni de les Nacions Unides (8 Objectius i 21 metes quantificables, supervisades mitjançant 60 indicadors<sup>31</sup>).
- Precaució (*Precaution*):  
El principi de precaució és un dels pilars de la postura europea, tal i com explicarem més endavant.
- Inclusió (*Inclusiveness*):  
La transparència i el respecte al dret a la informació de tots els afectats ha de ser tinguda en compte en totes les activitats de recerca en nanociència i nanotecnologia. S'ha d'assegurar que es permet la participació en els processos de presa de decisió de tots els agents involucrats i els afectats per la recerca en nanociència i nanotecnologia.
- Excel·lència (*Excellence*):  
Les activitats de recerca han de complir amb els millors estàndards i amb les directrius de les Bones Pràctiques de Laboratori. Aquest principi troba el seu fonament directament a l'ètica de la virtut.

---

<sup>31</sup> The Millennium Development Goals: <http://www.un.org/millenniumgoals/pdf> Accedit 8/12/2015.

- Innovació (*Innovation*):

La recerca en nanociència i nanotecnologia ha d'estar clarament encarada a la màxima creativitat, flexibilitat i capacitat per la planificació de la innovació i el desenvolupament.

- Responsabilitat (*Accountability*):

Els investigadors i les organitzacions s'han de fer responsables per l'impacte social, mediambiental i sobre la salut humana que les seves investigacions puguin generar, tant actualment com per les futures generacions. En aquest principi es fa palesa l'ètica de la responsabilitat.

Aquests principis contenen, tant en els seus títols com en els respectius texts explicatius, al·lusions a conceptes tals com: el respecte als drets fonamentals, el benestar, els objectius, el principi de precaució, la transparència, el dret a la informació, la participació en la presa de decisions, la integritat biològica, física i moral, l'excel·lència o la responsabilitat. A més, manifesten de manera explícita la consideració envers les generacions futures, els animals, les plantes i el medi ambient. Aquests són aspectes que remetent a una combinació de diferents teories ètiques, però principalment a ètiques de tipus deontològic i també a ètiques de la virtut. I encara que alguns d'aquests elements també es podrien interpretar des d'un punt de vista utilitarista o conseqüencialista (com la consideració vers les generacions futures i els animals com a subjectes morals que caldria tenir en compte a l'hora de *maximitzar la utilitat del major nombre*, o les referències als riscos i beneficis de les nanotecnologies i al benestar tant individual com de la comunitat), pel càlcul estratègic de les conseqüències que pressuposen les anàlisis d'aquest tipus, aquesta interpretació no representa en cap cas l'eix fonamental de la reflexió.

Amb tot, el principal eix de reflexió a Europa resulta ser el *principi de precaució*. Aquest es fa explícit en un dels principis del codi de conducta, concretament el que porta per títol "*Precaució*". Però la influència del principi de precaució no es limita a això, es

podria dir que l'enfocament *precautori* impregna tot el procés de reflexió i es troba present en diferents treballs europeus independents sobre el tema<sup>32</sup>.

L'enfocament precautori consisteix en l'aplicació pràctica de les bases filosòfiques presents al principi de precaució i ens ofereix les eines per tractar amb situacions en les que "(...) *les activitats humanes poden comportar un dany moralment inacceptable que és científicament plausible però incert (...)*". En aquest cas, "*s'adoptaran les mesures per evitar o disminuir aquest dany.*"<sup>33</sup> Segons la UE, "*El principi de precaució pot resultar necessari quan les dades científiques siguin insuficients, poc conclouents o dubtoses, i quan una avaluació científica prèvia posi de manifest que es pot témer raonablement que els efectes potencialment perillosos per al medi ambient o la salut humana, animal o vegetal siguin incompatibles amb l'elevat nivell de protecció buscat per la Unió Europea*"<sup>34</sup>.

Es pot dir que la nanotecnologia encaixa en les característiques que fan que l'aplicació del principi de precaució resulti apropiat: (1) complexitat dels sistemes natural i social que governen les relacions causals entre certes activitats humanes i les seves conseqüències i (2) una incertesa científica inquantificable en la caracterització i avaluació dels perills i riscos<sup>35</sup>. Això fa que sigui inviable prendre algunes decisions sobre aquestes activitats -com per exemple la nanotecnologia- basant-se únicament en mètodes d'anàlisi cost-benefici. Per tant, sembla raonable pensar que el principi de precaució pot ser una bona opció, si s'aplica correctament<sup>36</sup>.

Per altra banda, el principi de precaució també té detractors. Els seus principals arguments, que no els únics, són per una banda que suposa un fre per la innovació i el progrés econòmic, o que es tracta d'una manera inapropiada, basada en la por, de

<sup>32</sup> MICHELSON, E., *Analyzing the European Approach to Nanotechnology, occasional paper on nanotechnology*, Woodrow Wilson International Center for Scholars Foresight and Governance Project. November 2004

<sup>33</sup> <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001395/139578s.pdf> Accedit 4/12/2015.

<sup>34</sup> Ibid.

<sup>35</sup> UNESCO (2005), *The Precautionary Principle*, World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST) (Paris) <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001395/139578e.pdf> Accedit 10/12/2015.

<sup>36</sup> WECKERT, J. & MOOR, J., *The Precautionary Principle in Nanotechnology*, in ALLHOFF, F., LIN P., MOOR J. & WECKERT J. (Eds.), *Nanoethics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology*, Wiley-Interscience, 2008. pp. 133-159.

gestionar el risc<sup>37</sup>, perquè desvia les energies dels reguladors i de les comunitats regulades cap a perills merament especulatiu<sup>38</sup>.

### 2.3.3 L'enfocament oficial nord-americà.

Respecte a la postura oficial nord-americana, podem assumir que es troba resumida al "*Second Assessment and Recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel*", un document lliurat pel *President's Council of Advisors on Science and Technology* (PCAST) (veure nota 28).

El PCAST<sup>39</sup>, per situar-nos, supervisa els treballs realitzats sota el *National Nanotechnology Initiative program* (NNI) a través del *National Nanotechnology Advisory Panel* (NNAP). El NNI es va establir el 2001 i des d'aleshores ha coordinat totes les activitats del govern federal relacionades amb la nanotecnologia<sup>40</sup>.

Centrant-nos en el document que ens ocupa, consisteix en una compilació d'informació sobre l'*state of the art* de la nanotecnologia al món. Inclou molta informació sobre els darrers desenvolupaments, tendències de les inversions, el paper dels EUA en el panorama de la nanotecnologia, patents, publicacions, situació del mercat i recomanacions estratègiques. És a dir, és un recull de dades sobre el que es consideren els factors que defineixen l'estat de coses de la nanotecnologia en un moment determinat, així com l'estratègia a seguir.

Les possibles implicacions ètiques són tractades en una secció del document: "*Implications: Addressing Environmental, Health, Safety and Ethics Issues Responsibly*". A falta d'altres posicionaments oficials, es pot considerar aquest capítol com una expressió de la postura oficial sobre la reflexió ètica, basada parcialment en consultes a diferents grups de recerca en nanotecnologia d'universitats del país i especialment en

<sup>37</sup> SUNSTEIN, C. R., *Laws of fear. Beyond the precautionary principle*, The Press Syndicate of the University of Cambridge, 2005

<sup>38</sup> GRAHAM, J.D.. *The Perils of the Precautionary Principle: Lessons from the American and European Experience*, Published by The Heritage Foundation, Washington, DC, (January 15, 2004) <http://www.heritage.org/Research/Regulation/hl818.cfm> Accedit 8/12/2015.

<sup>39</sup> "...un grup assessor format pels científics i enginyers més rellevants de la nació que assessoren directament al President i a l'Oficina Executiva del President. El PCAST fa recomanacions sobre polítiques en aquelles àrees en les que una comprensió de la ciència, la tecnologia, i la innovació és clau per enfortir la nostra economia i per conformar polítiques que treballin per al poble americà. EL PCAST està administrat per l'*Office of Science and Technology Policy* (OSTP)." "Els 35 membres del Consell, nomenats pel President, provenen de la indústria, l'educació i institucions de recerca i altres organitzacions no governamentals. A més, el director de la OSTP actua com a copresident del PCAST." Lloc web de *The President's Council of Advisors on Science and Technology*, <http://www.ostp.gov/cs/pcastv> Accedit 29/09/2015

<sup>40</sup> <http://www.nano.gov/about-nni> Accedit 8/12/2015.

les apreciacions del *President's Council on Bioethics* (PCB), que portà a terme un estudi, les conclusions del qual es publicaren en un *Staff Paper*<sup>41</sup>.

El text del PCB, que expressa les opinions dels experts en bioètica, està organitzat al voltant de tres qüestions: Com pot afectar la nanotecnologia a la salut humana i al medi ambient natural? Pot realment la nanotecnologia ser considerada un nou tipus de tecnologia amb noves implicacions ètiques? I finalment, com podria (la nanotecnologia) posar en perill la dignitat humana?

Per altra banda, les idees fonamentals expressades a l'esmentada secció del document del PCAST són les següents:

No hi ha actualment aspectes ètics atribuïbles únicament a la nanotecnologia més enllà dels propis de les noves tecnologies. En tot cas, aquells desenvolupaments nanotecnològics que plantejarien dubtes ètics importants, per exemple en termes de dignitat humana, encara no existeixen. Per tant es considera prematur realitzar-ne una anàlisi ètica en profunditat. Tot i així es reconeix que són nombroses les aplicacions en les que conceptes com dignitat humana, identitat, intimitat o drets fonamentals es podrien veure afectats en un futur.

La postura oficial dels U.S.A. és doncs oposada a l'existència, al menys per ara, de fonaments per una eventual *nanoètica* com a disciplina específica, i defensa la integració de la reflexió ètica sobre les nanotecnologies en la reflexió global sobre noves tecnologies. Aquesta opinió es basa en l'existència d'una *equivalència substancial* entre les nanotecnologies i altres tecnologies ja existents. Això no vol pas dir que no es consideri necessària una reflexió sobre els aspectes ètics de les nanotecnologies, sinó que aquesta reflexió és prematura i, en tot cas, essencialment equivalent a la reflexió ètica sobre altres tecnologies.

El que sí que sens dubte es considera important és la recerca en l'avaluació dels riscos, els beneficis i les implicacions socials, integrada amb les activitats de recerca i desenvolupament tècnics. També es recomana la participació d'investigadors dels

---

<sup>41</sup> CROWE, S. (2008). *Staff Paper, The President's Council on Bioethics, Understanding the Ethical Implications of Nanotechnology: Highlights of a Limited Inquiry By the President's Council on Bioethics*, [https://bioethicsarchive.georgetown.edu/pcbe/background/nanotechnology\\_implications.html](https://bioethicsarchive.georgetown.edu/pcbe/background/nanotechnology_implications.html) Accedit 8/12/2015.

campes de les ciències socials i l'ètica de la tecnologia i d'experts acadèmics en ciència, tecnologia i societat, per tal d'establir els marcs que assegurin que l'efecte net de l'aplicació de les nanotecnologies sigui positiu. Tampoc es descarta, si s'escau, l'elaboració en un futur de codis de conducta per a aquestes.

En tot cas, la principal recomanació és que es continuï amb l'esforç de recerca en els àmbits del medi ambient, Salut i Seguretat (EHS).

Aquest és un enfocament fonamentalment pragmàtic i orientat a l'eficiència en els resultats, en el que es busca una maximització de la utilitat, entesa com a "benestar", a través d'un càlcul estratègic-instrumental dels factors. És doncs un plantejament de tipus pragmàtic i conseqüencialista, en el que només els efectes de l'acció determinarien la bondat de la mateixa. Es tracta en concret d'una visió d'arrel utilitarista, en el qual el principi d'utilitat s'erigiria com a principi normatiu dominant. La màxima utilitat agregada, en termes de benestar del major nombre, seria en aquest cas el que determinaria la bondat moral d'una aplicació tecnològica, sense atendre, de moment, a aspectes de caràcter deontològic.

En realitat no és que en la perspectiva nord-americana es descartin completament els elements de tipus deontològic. Els experts del *President's Council on Bioethics*, per exemple, inclouen en el seu informe, referències a la dignitat humana, però justifiquen que quedin posposades, en no ésser considerats factors rellevants a hores d'ara. De fet no es troben ni tan sols esmentades explícitament al document del PCAST. Val a dir que això, d'alguna manera, contrasta amb la postura adoptada històricament per l'administració nord-americana en altres temes, com per exemple en la recerca amb cèl·lules mare embrionàries, per la qual va ser declarada una moratòria per motius de precaució.

D'altra banda, respecte al procés de formació de la postura oficial, l'opinió que preval és la de les agències oficials. Tot i que aquestes no deixen d'escoltar les opinions d'altres experts, només ho fan a títol merament informatiu i en cap cas amb l'objectiu d'engegar un procés participatiu de deliberació. Aquesta metodologia reflecteix també

un patró pragmatista: deixar que parlin els experts pot ser, des d'alguns punts de vista, la manera més *eficient* de trobar respostes.

Aquestes postures queden també paleses en lliuraments posteriors, com la *Nanotechnology Education Act (HR 4502 IH)*, que tot i que no pretén ser un pronunciament oficial sobre consideracions ètiques, sí que es pot deduir del seu contingut quins són els aspectes que es consideren oficialment més importants. Tot i que el propòsit del document és *“enfortir la capacitat de les escoles de secundària dels Estats Units i les institucions d'educació superior per preparar els estudiants per a carreres en nanotecnologia (...)”*, l'objectiu final del document és *“maximitzar els beneficis de la nanotecnologia per als individus als Estats Units”*, per això, *“cal que els Estats Units mantinguin el lideratge mundial en aquest camp (...)”*. Els autors del text consideren que *“és probable que la nanotecnologia tingui un impacte positiu significatiu en la seguretat, el benestar econòmic i la salut dels americans (...)”*, perquè es tracta d'un camp clau *“que beneficiarà la societat, millorant la manera en que moltes coses són dissenyades i fabricades”*<sup>42</sup>.

### **2.3.4 Conclusions**

Nombrosos grups i investigadors a títol individual de tot el món, inclosos europeus i nord-americans, han expressat opinions sobre els aspectes ètics de les nanotecnologies. Entre aquestes la Comissió Europea i el *President's Council of Advisors on Science and Technology* han publicat sengles documents, que considerem expressions de les posicions oficials de la Unió Europea i dels Estats Units d'Amèrica respectivament. A la Taula 2.1 es troben resumits els aspectes més destacats d'ambdós enfocaments.

<sup>42</sup> WU, D., *A Bill to Strengthen the Capacity of Eligible Institutions to Provide Instruction in Nanotechnology*. 111TH Congress 2nd Session in the House of Representatives (2010) <http://www.technologylawsources.com/files/2010/02/HR-4502-The-Nanotechnology-Education-Act-as-introd.pdf> Accedit 8/12/2015.



	Unió Europea	U.S.A.
<b>Emissor de la postura</b>	Comissió Europea	<i>President's Council of Advisors on Science and Technology</i>
<b>Document</b>	<i>Commission Recommendation of 07/02/2008 on a code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research</i> (Febrer 2008).	<i>Second Assessment and Recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel. Capitol: Implications: Addressing environmental, Health, Safety, and Ethics Issues Responsably</i> (Abril 2008).
<b>Procediment</b>	Procés de consulta. Suport econòmic a projectes dedicats als aspectes ètics de les nanotecnologies.	Informe d'assessors experts.
<b>Participants</b>	Tots els agents implicats ( <i>stakeholders</i> )	<i>National Nanotechnology Advisory Panel National Nanotechnology Initiative President's Council on Bioethics</i>
<b>Idees principals</b>	Inclou principis relacionats amb valors, drets, deures, virtuts (sentit, sostenibilitat, precaució, inclusió, excel·lència, innovació, responsabilitat). Reconeix la manca de marc legal i considera important fer un esforç normatiu.	No hi ha, per ara, aspectes ètics específics de les nanotecnologies. Recomana recerca en EHS i balanç entre riscos (o costos) i beneficis. Considera prematura nova legislació. En tot cas quan apareguin aplicacions que ho requereixin.
<b>Fonaments ètics</b>	Plantejament deontològic Ètica discursiva Ètica de la virtut	Plantejament conseqüencialista Ètica utilitarista Pragmatisme

Taula 2.1. Resum comparatiu de les postures (EU-EUA)

La Comissió Europea, seguint un procediment deliberatiu, ha elaborat un document, que inclou recomanacions i un Codi de Conducta per a la recerca en nanociències i nanotecnologies, en el que s'ha buscat la implicació activa de tots els possibles afectats i en el que es recullen uns principis, basats fonamentalment en aspectes ètics de caire deontològic, amb especial atenció al principi de precaució. Tot i que també es detecten elements d'ètiques de la virtut i alguns de caire conseqüencialista, aquests no suposen en cap cas l'eix principal.

Per la seva banda, els Estats Units d'Amèrica, a través del "*President's Council of Advisors on Science and Technology*", expressa el seu posicionament respecte a l'ètica de les nanotecnologies en una secció d'un document més general sobre la situació de les nanociències i nanotecnologies. En primer lloc no consideren que les nanotecnologies requereixin, a hores d'ara, una reflexió ètica particular, diferent de la que requereixen altres noves tecnologies. Aquesta opinió es fonamenta en un plantejament basat en el principi d'equivalència substancial. La postura oficial nord-americana sembla clara en

aquest sentit. En tot cas, el posicionament ètic nord-americà és fonamentalment utilitarista. El principal criteri moral és el principi d'utilitat, referit bàsicament a un balanç de les possibles conseqüències, en termes de riscos, beneficis i implicacions socials, que hauria de resultar favorable als beneficis. Encara que també es mencionen aspectes deontològics com ara la dignitat humana, es considera prematur plantejar-los en profunditat.

Aquestes diferències en els plantejaments europeu i nord-americà poden respondre a particularitats intrínseques i circumstàncies socials de cada societat, així com ser un reflex o una manifestació de l'herència històrica i cultural de la que són dipositàries cada una d'elles, pel que a filosofia moral es refereix.

La investigació realitzada en aquest capítol ha donat lloc a l'article publicat al *Ramon Llull Journal of Applied Ethics*, titulat: "*Are (Official) Ethical Approaches to Nanotechnology Affected by Cultural Context and Tradition?*"<sup>43</sup>, que apareix reproduït a l'Annex 1 del present treball.

Hem vist doncs que existeixen certes circumstàncies que afecten a la manera com diferents societats s'enfronten als reptes ètics que plantegen les nanotecnologies. Aquestes circumstàncies, que es podrien englobar sota el paraigua del context cultural i la tradició, podrien comprendre d'alguna manera la majoria de les dimensions de la diversitat cultural de les que parla Schummer i que hem esmentat en aquest mateix capítol. Resta per tractar un d'aquests factors, concretament el que té a veure amb el llenguatge i la importància de definir d'una o altra manera alguns dels conceptes clau de la reflexió, com per exemple, la mateixa noció de "nanotecnologia". Lògicament, sense definir abans el significat de termes tan crucials, és difícil continuar amb la reflexió de manera adequada. Més enllà de la postura que prenguem davant els aspectes ètics de les nanotecnologies, tant els nord-americans com els europeus, hem d'esbrinar, abans que res, què volem dir quan parlem de "nanotecnologia, o dit d'una altra manera, què significa això de "ser nanotecnològic"? Aquesta indagació és precisament la que es portarà a terme en el següent capítol.

---

<sup>43</sup> RUIZ TRUJILLO, P., FLORENSA, A., BORRÓS, S., *Are (official) ethical approaches to nanotechnology affected by cultural context and tradition? A comparative analysis: Europe-USA*, *Ramon Llull J Appl Ethics*, 2011;1:195-212

### **3. La importància de definir adequadament la nanotecnologia**



### **3. La importància de definir adequadament la nanotecnologia.**

Per tot el que hem vist fins ara, queda clara la necessitat de portar a terme una reflexió seriosa sobre els aspectes ètics que es puguin derivar de l'ús de les nanotecnologies. Els nous coneixements i les tècniques a la nanoescala ens proporcionen una capacitat d'intervenció sobre determinades propietats de la matèria que reclama que posem a treballar la nostra dimensió més reflexiva, tant si estem parlant d'una autèntica revolució, com si existeix una equivalència substancial amb altres noves tecnologies. De no fer-ho, ens arisquem a cometre errors que podem arribar a lamentar en el futur.

També ha quedat clar que aquesta reflexió pot anar per camins diversos i es pot veure influenciada, a nivell col·lectiu, per factors que es poden considerar vinculats a les tradicions de pensament i al context socio-cultural de la comunitat en qüestió. Entre aquests factors, n'hi ha un d'especialment important pel seu caràcter determinant en la resta de la reflexió, a saber: el llenguatge. Com s'ha comentat al capítol anterior, l'ús que donem als termes pot condicionar de manera decisiva la reflexió. La percepció dels aspectes ètics de les nanotecnologies d'una comunitat, per exemple dependrà molt de com definim determinats conceptes clau, començant pel de "nanotecnologia" i continuant per tots els que se'n puguin considerar associats: "nanopartícula", "nanomedicina" o "nanoestructura", entre d'altres.

Si volguéssim portar a terme una reflexió ètica sobre armament, el primer que hauríem de fer és definir què és una arma, inclús acceptant que la frontera que delimita el fet de ser una arma pugui ser vaga. De la mateixa manera, si la nostra intenció és reflexionar sobre quelcom anomenat "nanotecnologia", el primer que haurem de definir és el marc semàntic d'allò nanotecnològic, és a dir, on està la frontera entre "ser nano" i "no ser nano", encara que sigui acceptant certa vaguetat. Ens trobem doncs davant del problema del significat, que determinarà el marc de referència de la nanociència i la nanotecnologia<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> ObservatoryNano. *Developments in Nanotechnologies, Regulation and Standards*. Published under the ObservatoryNano project as deliverable D6.2.1, for Work Package 6 (WP6). (May 2009).

Algunes agències, com l'ANEC/BEUC en el cas europeu, o el *Woodrow Wilson International Center for Scholars* en el cas dels EUA, s'han topat amb aquest problema a l'hora de confeccionar inventaris de productes nanotecnològics. En el primer cas<sup>2</sup>, la llista consta de 475 exemples de productes disponibles al mercat de la UE, dels quals s'afirma que contenen nanopartícules. Respecte al segon cas<sup>3</sup>, la llista puja actualment a 1.825 entrades i inclou productes de consum, cosmètics, productes farmacèutics, materials o dispositius electrònics, comercialitzats arreu del món. Aquestes xifres segueixen augmentant any rere any (veure Il·lustració 1.4).

Tanmateix, el criteri pel qual un producte pot estar inclòs en aquests inventaris és la declaració dels propis fabricants. No estem parlant doncs d'una condició epistèmica compartida, sinó del criteri individual de cada fabricant, el qual, lògicament, depèn dels seus interessos particulars. Però si el que es pretén és avaluar els riscos i beneficis reals i les implicacions ètiques d'aquests productes, en tant que nanotecnològics, aquest criteri constitueix una base massa feble.

La realitat és que, a dia d'avui, encara no hi ha un acord total sobre quins estàndards s'han de seguir per dir que un producte és nanotecnològic<sup>4</sup>, com la mateixa Comissió Europea reconeix a l'apartat dedicat a la definició de termes del seu Codi de Conducta:

*“(a) Nano-objectes: En absència d’una terminologia reconeguda internacionalment, el terme ‘nano-objecte’ és usat al llarg del Codi de Conducta per designar productes resultants de la recerca en N&N (Nanociència i Nanotecnologia). Inclou nanopartícules i la seva agregació a la nanoescala, nanosistemes, nano-materials, materials nano-estructurats i nano-productes.*

*(b) Investigació en N&N: Entès aquí en el més ampli sentit, investigació en N&N comprèn totes les activitats de recerca que tractin amb matèria a l’escala nanomètrica (1 a 100 nm). Inclou tots els nano-objectes artificials, siguin dissenyats o generats involuntàriament.”<sup>5</sup>*

Amb la intenció de resoldre aquesta problemàtica, la pròpia Comissió Europea va publicar a finals del 2011 una recomanació oficial per a una nova definició de “nanomaterial”, basada en la mida de les partícules, que *“ha de ser utilitzada (...) per*

<sup>2</sup> <http://www.beuc.eu/publications/2013-00141-01-e.xls> Accedit 5/12/2015.

<sup>3</sup> <http://www.nanotechproject.org/cpi/> Accedit 18/10/2015.

<sup>4</sup> [http://ecostandard.org/wp-content/uploads/Nano\\_definition.pdf](http://ecostandard.org/wp-content/uploads/Nano_definition.pdf) Accedit 30/10/2015

<sup>5</sup> [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/nanocode-apr09\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/nanocode-apr09_en.pdf) Accedit 5/12/2015.

*propòsits legislatius i de polítiques a la Unió.”<sup>6</sup> Tot i fer referència a la possible necessitat de legislar casos concrets i a la conveniència de tenir en compte la distribució de mides i l'àrea específica quan això sigui possible, el document és molt explícit en els seus límits quan afirma que “La definició del terme ‘nanomaterial’ a la legislació de la Unió, ha de basar-se només en la mida de les partícules constituents del material.” Concretament, la recomanació de la CE defineix ‘Nanomaterial’ de la següent manera:*

*“un material natural, accidental, o fabricat, que contingui partícules, en un estat disgregat o com a agregat o aglomerat en el qual, per a un 50% o més partícules en granulometria numèrica, una o més dimensions externes es trobi en el rang de mida de 1 nm a 100 nm.”<sup>7</sup>.*

És important assenyalar dues qüestions en aquesta definició: en primer lloc, la definició es refereix a partícules (disgregades o agregades) i no inclou doncs els materials nanoestructurats; en segon lloc, no fa cap referència a riscos, perills o propietats dels materials que està definint. La CE senzillament assumeix, per una banda, que no es pot considerar que hi hagi una relació causal entre la mida nanomètrica i el fet de constituir un perill; i per l'altra, que tenir en compte les propietats constituiria un criteri massa subjectiu.

Aquesta recomanació tot i ser valorada positivament com a punt de partida<sup>8</sup>, no va satisfer per igual totes les parts i de seguida van aparèixer algunes crítiques<sup>9,10,11,12</sup>. El propi document preveia una revisió de la definició per desembre de 2014, a la llum de l'experiència i dels nous coneixements que poden anar arribant en un context de ràpid desenvolupament i progrés tecnocientífic. Segons informa actualment la pròpia pàgina web de la Comissió però, està previst concloure aquesta revisió al 2016<sup>13</sup>. Així doncs,

<sup>6</sup> COMMISSION RECOMMENDATION of 18 October 2011 on the definition of nanomaterial, Official Journal of the European Union. EUR-LEX Access to European Union law. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:EN:PDF> Accedit 30/10/2015.

<sup>7</sup> Ibid.

<sup>8</sup> Institute for Public Health and the Environment. Ministry of Health, Welfare and Sport. Interpretation and implications of the European Commission Recommendation on the definition of nanomaterial RIVM Letter Report 601358001/2012 E.A.J. Bleeker et al. National <http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:181801&type=org&disposition=inline> Accedit 3/11/2015.#

<sup>9</sup> <http://www.nanowerk.com/news/newsid=23122.php> Accedit 30/10/2015.

<sup>10</sup> CLARK, A., Nano definition no small task for European Commission, PRW.com, A Plastics News Global Group site. (2011, October 19). <http://www.prw.com/article/20111019/PRW/310199967> Accedit 8/12/2015

<sup>11</sup> NanoWerk News, More criticism of EU's nanomaterial definition from ANEC, NanoWerk. (2011, October 20). <http://www.nanowerk.com/news/newsid=23117.php> Accedit 8/12/2015.

<sup>12</sup> MD avec l'équipe Avicenn. VeilleNanos. *Les enjeux des nanosciences et des nanotechnologies*, from EUROPE - Adoption de la nouvelle définition des nanomatériaux par la Commission européenne : premières réactions et analyses. (19 Octobre 2011). <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=DefinitionNanomateriauxCommissionEuropeenneOctobre> Accedit 8/12/2015.

<sup>13</sup> [http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/fag/definition\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/fag/definition_en.htm) Accedit 30/10/2015.

malgrat el constant desenvolupament de nous productes i aplicacions etiquetades com a nanotecnològiques, encara ens trobem immersos en el procés d'elaboració de definicions. Cal doncs un esforç més per arribar a enteses, que com en el cas de la definició proposada per la Comissió Europea, mirin de satisfer les necessitats regulatives de les institucions. Però més enllà d'això, també és necessari fer aquest pas per altres propòsits menys pragmàtics, com pot ser el de la reflexió ètica.

En el present capítol s'analitzen diferents tipus de definicions utilitzades en l'àrea de la nanociència i la nanotecnologia. Després d'examinar els problemes que presenten aquestes definicions, es proposarà una reflexió epistemològicament realista com un enfocament adequat per arribar a un tipus de definició apropiat per al propòsit de la reflexió ètica que ens ocupa.

### 3.1 Definicions.

Segons l'*Stanford Encyclopedia of Philosophy*, l'acte de definir quelcom pot variar en funció del propòsit de la definició<sup>14</sup>. La definició del terme "or", per exemple, no serà la mateixa si la fa un joier, un químic, un poeta o algú que estigui elaborant un diccionari. Encara que els quatre s'estiguin referint a la mateixa entitat (la substància coneguda com a "or"), els enfocaments seran ben diferents, i atendran als atributs de la substància que resultin més adequats als seus propòsits. En aquest sentit, una definició amb una funció positiva regulativa pot ser diferent a una definició que tingui la intenció d'assenyalar l'objecte d'una reflexió filosòfica, encara que ambdues tinguin la mateixa entitat com a referent.

Acabem de veure com la Comissió Europea provava de donar un tipus de resposta, basada exclusivament en la mida, a la pregunta sobre el significat del mot "nanomaterial", de la qual es podria derivar directament la definició d'altres mots com "nanociència" o "nanotecnologia". Tal com adverteix la pròpia recomanació de la CE, la seva definició està destinada a respondre qüestions que han de poder ser resoltes des del punt de vista legislatiu. Ha de poder ser útil per respondre qüestions com ara: És suficient amb la declaració del fabricant o la intenció de l'investigador, per posar

<sup>14</sup> <http://plato.stanford.edu/entries/definitions/> Accedit 1/11/2015.



l'etiqueta de "nano" al seu producte?, però no té cap pretensió en termes de riscos o perills<sup>15</sup>, o, evidentment, d'aspectes ètics.

Tampoc ens diu res de les possibles propietats o aplicacions d'aquests productes. La CE explica la seva renúncia a utilitzar altres criteris més informatius, però més vagues i subjectius, per la facilitat i la claredat legal que aporta el fet de limitar-se a un criteri universalment mesurable com la mida. Tot i reconèixer el grau d'arbitrarietat present en aquest plantejament, la postura es justifica doncs per la funció legislativa de la definició proposada.

Així, aquesta definició pot representar una eina per discriminar quines substàncies poden, des del punt de vista legal, ser anomenades "nanomaterials" i quines no. En aquest sentit, la definició aportada per la CE té un interès indiscutible, però no ens diu res sobre en què consisteix realment "ser un nanomaterial", ni sobre per què ens plantejem ni tan sols discriminar legalment entre ser un nanomaterial i no ser-ho. Aquestes qüestions, que segurament tenen poc interès legal, resulten centrals pel que fa a la reflexió filosòfica.

De fet, qüestions com: "què vol dir "nanotecnologia"?", o "com podem reconèixer una entitat "nanotecnològica"?", podrien no tenir les mateixes respostes si el que pretenem és redactar una llei el menys ambigua possible o si el que volem és iniciar un procés de reflexió sobre les implicacions que pot tenir la nanotecnologia per a la humanitat. D'entrada, és molt probable que, en el segon cas, aquestes preguntes ens portin a d'altres com ara: "Per "nanotecnologia", ens estem referint sempre a quelcom realment nou, o és només una nova terminologia per coneixements o aplicacions ja existents?" o "¿Hi ha una base ontològica, o una bona raó epistemològica, per creure que existeix un àmbit diferenciat de coneixement necessitat d'una nova terminologia específica?"

Novament d'acord amb la *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, "Les diferents definicions poden quedar subsumides sota la fórmula aristotèlica segons la qual una definició dona l'essència d'una cosa"<sup>16</sup>. Tenint en compte això, es podria pensar en un enfocament realista, de tipus aristotèlic -que inclogui nocions com les de "concepte", "substància" o

<sup>15</sup> [http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/fag/questions\\_answers\\_en.htm#7](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/fag/questions_answers_en.htm#7) Accedit 1/11/2015.

<sup>16</sup> A. GUPTA., *Definitions*, (E. N. Zalta, Editor), Spring 2009. The Stanford Encyclopedia of Philosophy: <http://plato.stanford.edu/archives/spr2009/entries/definitions/> Accedit 8/12/2015.

“*essència*” com a coses existents i no merament teòriques- com un plantejament adequat per cercar una definició de nanotecnologia que respongui a un interès per la reflexió ètica. Així, la qüestió rellevant seria: “quina és l’*essència* de la nanotecnologia?”. És a dir: “quins són els fets reals o el conjunt de circumstàncies existents, que fan que una entitat sigui nanotecnològica, a diferència d’altres entitats que no ho són?” Aquestes qüestions ens porten a aquella més fonamental, que la definició de la CE deixava sense resposta: “En què consisteix *realment* ser nanotecnològic?”

Abans però, veurem algunes de les definicions més comunes de nanotecnologia presents a la bibliografia.

### 3.2 Definicions actuals de nanotecnologia.

Com hem dit, existeix un ampli reconeixement sobre la manca de definicions de consens sobre “nanoterminologia”<sup>17,18,19,20</sup>. A més, hi ha demandes sobre la necessitat de definir termes concrets com ara “nanomaterial”<sup>21,22</sup> o “nanopartícula”<sup>23</sup>.

En resposta a una petició de la Comissió Europea, el *Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks* (SCENIHR) va donar la seva opinió sobre el que consideren que són els elements essencials, des d’un punt de vista científic, per elaborar una definició de treball, amb propòsits reguladors, del terme “nanomaterial”, i en la que la CE s’ha basat en part per elaborar la *definició de “nanomaterial”* de la que hem parlat més amunt. L’opinió del SCENIHR inclou una anàlisi dels criteris emprats en les diferents definicions que es poden trobar a la bibliografia especialitzada. D’acord amb el SCENIHR, la mida és el principal element en totes les definicions de “nanoescala” i de “nanomaterial”. La primera recomanació d’aquest comitè científic és però,

<sup>17</sup> MANTOVANI, E., PORCARI, A., M. MORRISON & GEERTSMA, R., *Developments in Nanotechnologies Regulation and Standards*, 2010.- Report of the Observatory Nano. (2010, June). [http://www.nanotec.it/public/wp-content/uploads/2014/04/ObservatoryNano\\_Nanotechnologies\\_RegulationAndStandards\\_2010.pdf](http://www.nanotec.it/public/wp-content/uploads/2014/04/ObservatoryNano_Nanotechnologies_RegulationAndStandards_2010.pdf) Accedit 8/12/2015. Veure també, dels mateixos autors, la darrera entrega del projecte ObservatoryNano (abril 2012) [http://www.nanotec.it/public/wp-content/uploads/2014/04/ObservatoryNano\\_Nanotechnologies\\_RegulationAndStandards\\_2012.pdf](http://www.nanotec.it/public/wp-content/uploads/2014/04/ObservatoryNano_Nanotechnologies_RegulationAndStandards_2012.pdf) Accedit 8/12/2015.

<sup>18</sup> MAYNARD, A.D., *Don't define nanomaterials*, *Nature* (475), (2011, July 7) p.31.

<sup>19</sup> STAMM, H., *Risk factors: Nanomaterials should be defined*. *Nature*(476), (2011, August 25). p. 399.

<sup>20</sup> Euractiv.com. *Commission's nano policy lost in definition*. (2011, April 4)., <http://www.euractiv.com/food/small-details-hamper-commission-nano-definition-news-503665> Accedit 8/12/2015.

<sup>21</sup> AmCham EU. *AmCham EU position on Nanotechnologies*. American Chamber of Commerce to the European Union. (March 16th 2010). [http://www.amchameu.eu/sites/default/files/position\\_papers/file\\_20130927\\_122019\\_RdOCwl\\_0.pdf](http://www.amchameu.eu/sites/default/files/position_papers/file_20130927_122019_RdOCwl_0.pdf) Accedit 11/12/2015

<sup>22</sup> SCENIHR. *Request for a Scientific Opinion via Accelerated Procedure: Scientific basis for the definition of the term “nanomaterial”*. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. (2010).

<sup>23</sup> SCHMID, G., & FENSKE, D.. *Metal clusters and nanoparticles*, *Phil. Trans. R. Soc.*(368 A), (2010). p. 1207–1210.

tenir en compte també la distribució de mides i la desviació estàndard, així com la superfície específica (respecte del volum, no de la massa).

Tot i admetre que no es disposa de cap evidència científica de l'existència d'una mida concreta que determini la condició de "nano" d'un producte<sup>24</sup>, consideren important disposar d'un criteri mesurable, atès l'objectiu regulador. És en aquest sentit que el SCENIHR admet la mida com a principal criteri de definició i proposa assumir la convenció del rang que va entre 1 i 100 nanòmetres per la mida, i els 60 m<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup> com a límit inferior per la relació superfície/volum<sup>25</sup>.

El cas però, és que no està del tot clar que l'ús del prefix "nano-" en termes com "nanomaterial", "nanopartícula", "nanociència", "nanotecnologia" o "nanoestructura", tant a la bibliografia especialitzada com a les publicacions generalistes, estigui sempre justificat, epistemològicament parlant, si la intenció és referir-se a objectes essencialment diferents dels que ens referim amb els termes "material", "partícula", "ciència", "tecnologia" o "estructura", respectivament. Així, sembla necessari un aprofundiment en la deliberació sobre l'ús d'aquesta terminologia<sup>26</sup>.

Es podria començar aquesta deliberació analitzant les definicions que es poden trobar a la bibliografia especialitzada. En aquest sentit, la classificació proposada per Schummer<sup>27</sup> ens pot ajudar a resumir i avaluar els tipus més comuns de definicions de nanotecnologia. L'entrada "*Definitions*" de la *Stanford Encyclopedia of Philosophy*<sup>28</sup>, a la que ja ens hem referit abans, també pot ser-nos d'utilitat en la tasca de classificació i la farem servir de manera complementària.

Parlarem doncs a continuació dels diferents tipus de definicions de "nanotecnologia" que es poden trobar a la bibliografia, seguint la classificació de Schummer:

<sup>24</sup> La manca d'evidències científiques, assenyalada a l'informe del SCENIHR, sobre l'existència d'un únic límit de mida, inferior o superior, que defineixi l'àmbit "nano", posa en dubte la idoneïtat de limitar-se a la mida com a criteri únic per definir l'àmbit "nano", si l'objectiu és definir què és *realment* la nanotecnologia.

<sup>25</sup> SCENIHR, Op. Cit.

<sup>26</sup> NANOWERK, M. n.. *EHS research requires independent nanomaterial characterization*. (2010, April 27). <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=15996.php> Accedit 8/15/2015.

<sup>27</sup> SCHUMMER, J. *Identifying Ethical Issues of Nanotechnologies*. En H. t. (ed.), *Nanotechnology: Science, Ethics and Politics*, UNESCO Publishing Paris, 2007.P. 79-98.

<sup>28</sup> A. GUPTA.. *Definitions*,. (E. N. Zalta, Editor), Spring 2009. The Stanford Encyclopedia of Philosophy: <http://plato.stanford.edu/archives/spr2009/entries/definitions/> Accedit 8/12/2015.

### 3.2.1 Definicions nominals.

Les definicions nominals busquen definir un terme a partir d'un conjunt de condicions necessàries i suficients. Per tal de simplificar, podríem dir que aquest és el tipus de definicions que es poden trobar en un diccionari. Seria el cas de la definició més àmpliament utilitzada de "nano-", la que defineix "nanociència" com l'estudi de la matèria i les seves propietats, i "nanotecnologia" com la manipulació, disseny i/o creació de materials, dispositius, productes o funcions, en l'escala nanomètrica, definida aquesta com el rang comprès entre 1 i 100 nanòmetres<sup>29</sup>.

D'acord amb aquest tipus de definició, totes aquelles entitats amb al menys una de les seves dimensions dins del rang d'1 a 100 nm han de ser considerades objectes de la nanociència o la nanotecnologia. Seguint l'esquema de la definició nominal, la mida és la condició necessària i suficient per "ser nanotecnològic". Es tracta d'una opció interessant des del punt de vista de la regulació, perquè l'estipulació d'un rang específic d'una propietat que és universalment mesurable facilita enormement la tasca d'identificar i classificar entitats.

El problema és que, com acabem de veure, segons el SCENIHR, *"no hi ha evidència científica en favor d'un sol límit superior. Encara que hi ha un límit superior de 100 nm que, per consens general, és habitualment utilitzat, no hi ha evidència científica per afirmar que aquest valor és apropiat"*<sup>30</sup>. Per tant, siguin quines siguin les mides donades com a cotes en aquest tipus de definicions, són, de fet, sempre estipulades de manera arbitrària. Estaríem parlant del que, per la *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, vindrien a ser les *"stipulated definitions"*<sup>31</sup>.

La solució d'una definició nominal pot ser raonable quan la finalitat és de naturalesa pragmàtica, com pot ser el cas de la legislació, però en realitat té poc valor epistèmic, fonamental en la nostra opinió, quan el propòsit està relacionat amb la reflexió ètica. Les diferents escales de mida són, elles mateixes, mitjans convencionals que utilitzem per mesurar l'espai, mers instruments acordats per caracteritzar objectes d'una manera relativa (en relació amb una escala estipulada) i/o per comparar o classificar entitats

<sup>29</sup> HUNT, G., MEHTA, M. (Eds.), *Nanotechnology: Risk, Ethics and Law*, London, Sterling, VA: Earthscan, 2006.

<sup>30</sup> SCENIHR, Op. cit.

<sup>31</sup> <http://plato.stanford.edu/archives/spr2009/entries/definitions/>

d'acord amb les seves mides relatives. Però des d'un punt de vista realista, quan prediquem alguna cosa substancial d'una determinada entitat, hauríem de tenir una bona raó per fer-ho, relacionada amb algun fet real o conjunt de fets reals.

Per exemple, quan prediquem d'un objecte que "és microscòpic" i el classifiquem com a pertanyent a allò que definim com a "món microscòpic", no és perquè la mida de l'objecte en qüestió estigui en el rang micromètric, sinó pel fet de no poder ser vist per l'ull humà nu. Es dona la circumstància que la mida de l'objecte es trobarà en el rang de l'escala micromètrica, però aquesta és precisament això, una circumstància. El que és realment rellevant, és que existeixen certes entitats que, degut a la seva petitesa, no poden ser observades per un ésser humà amb una visió normal, sense l'ajut d'un dispositiu extern (un microscopi). Per aquestes entitats "microscòpiques", ser micromètriques és en realitat un fet accidental. Per al món microscòpic, el fet real essencial inclou la participació dels éssers humans, però no com a creadors conscients d'un criteri arbitrari basat en l'escala mètrica, sinó com a posseïdors d'una capacitat –la visió ocular o, dit d'una altra manera, la capacitat de percebre a través dels ulls un rang específic de l'espectre de llum- que està naturalment limitada. Aquest límit natural dels humans és doncs part de l'essència de "ser microscòpic".

D'una manera similar, des d'un punt de vista realista, si és cert que "ser nanotecnològic" és quelcom real, aleshores aquest fet (ser nanotecnològic) hauria d'estar connectat causalment amb algun altre fet real, encara que aquest consisteixi en alguna mena d'interacció entre els objectes en qüestió i els éssers humans. Si no existís aquest fet real en el que poder fonamentar la condició de "nanotecnològic", voldria dir que aquest és només un nom aplicat a un conjunt d'entitats delimitat arbitràriament, sense cap relació *real* entre elles.

Per altra banda, sabem que existeixen nanopartícules des de fa molts anys (enteses com a partícules amb alguna de les seves dimensions dins del rang comprès entre 1 i 100 nm, ja sigui de forma natural o produïdes, com a producte primari o com a subproducte de determinades activitats humanes). Avui fins i tot coneixem que als antics Egipte i Roma es feien servir nanopartícules per produir cosmètics, pigments o

armes, segles abans doncs de ser conscients de la seva condició de nanomètriques<sup>32,33,34</sup>. Podem afirmar que els antics egipcis i romans treballaven fa milers d'anys en nanotecnologia?

A més, si s'entén de manera literal, la definició nominal basada en la mida, podria abraçar pràcticament qualsevol camp de la ciència i la tecnologia que tracti amb objectes materials. De fet, podríem considerar que tots els materials són "nanoestructurats", ja que la seva estructura a nivell nanomètric, és a dir, la seva estructura molecular, explica la majoria de les seves propietats, en les que es basen els seus possibles usos tecnològics. Així, davant de definicions d'aquest tipus, molts investigadors de diferents camps de la medicina, de la química o de la física, entre altres, podrien arribar a preguntar-se: "*He estat estudiant les interaccions atòmiques durant dècades, però, per què ara la meua recerca s'anomena nanotecnologia?*"<sup>35</sup>.

Així doncs, atenent estrictament a aquesta definició de "nanotecnologia", és dubtós el fet que hi hagi cap novetat real, més enllà d'un nom. De fet, una definició nominal d'aquest tipus, basada exclusivament en la mida, corre el risc de deixar en mans de les empreses i grups d'investigació la decisió d'etiquetar els seus productes i recerques com a "nano", només com a plataforma de llançament dels mateixos, o per aconseguir finançament, però sense cap base real per fer-ho; o bé evitar fer-ho, si consideren que la condició de *nano* els pot perjudicar comercialment, segons sigui la percepció pública de la nanotecnologia en el seu sector de mercat.

### 3.2.2 Definicions teleològiques

Una altra manera de mirar de definir la condició nanotecnològica d'un objecte és prenent com a referència els seus futurs usos o finalitats. Això és el que Schummer anomena l'enfocament teleològic. Aquestes finalitats poden ser valors generals com ara la salut, la seguretat o el benestar, o bé valors relatius, com ara "més petit", "més fort",

<sup>32</sup> WALTER, P., WELCOMME, E., HALLÉGOT, P., ZALUZEC N.J., DEEB, C., CASTAING, J., TSOUCARIS, G., *Early Use of PbS Nanotechnology for an Ancient Hair Dyeing Formula*, *Nano Letters*, 6(10), 2006. p. 2215-2219.

<sup>33</sup> MITIN, V.V., SEMENTSOV, D.I. & VAGIDOV, N.Z., *Quantum Mechanics for Nanostructures*, New York: Cambridge University Press., 2010.

<sup>34</sup> REIBOLD, M., PAUFLER, P., LEVIN, A. & KOCHM, W., *Materials: Carbon nanotubes in an ancient Damascus sabre*, *Nature*(444), (2006, November 16) p. 286.

<sup>35</sup> WEBSTER, T. J., *Nanomedicine: what's in a definition?*, *Int J Nanomedicine*. 2006 Jun; 1(2): 115-116. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2426787/> Accedit 26/10/2015.

“més eficient” o “més barat”. En qualsevol cas, les definicions teleològiques de la nanotecnologia s’expressen com a visions d’un futur tecnològic que canviarà radicalment totes les dimensions de la vida humana.

Seguint aquesta definició, una línia de recerca determinada podria ser qualificada com a “nanotecnològica” si ajuda a tirar endavant aquestes visions de la nanotecnologia, és a dir, si ajuda a assolir les finalitats previstes. Aquests objectius van des de “*donar forma al món, àtom per àtom*”<sup>36</sup>, fins a idees trans-humanistes<sup>37</sup> que arriben a parlar fins i tot d’una hipotètica “immortalitat” dels éssers humans<sup>38,39,40</sup>. El cert és que aquestes previsions poden ser qualificades més de ciència-ficció que de ciència real, i semblen més destinats a agitar emocions que a produir coneixement.

Tornant a la *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, podríem fer correspondre les definicions teleològiques de Schummer, amb una combinació de la “*explicative definition*” i una forma peculiar de la “*stipulative definition*”<sup>41</sup>, que creiem que podria molt bé ser qualificada de “definició especulativa”.

Certament, aquesta definició pot obrir alguns debats ètics interessants, però la principal objecció a les definicions d’aquesta classe és que aquestes visions són, en general, científicament poc creïbles o inviables, com a mínim en un futur més o menys previsible. De fet, és difícil associar aquestes definicions a activitats de recerca real actualment en curs.

### 3.2.3 Definicions reals

Un tercer tipus de definicions és la que podríem anomenar, seguint a Schummer, “definicions reals”. Estaríem parlant de llistes específiques de temes de recerca inclosos sota la denominació de “nanotecnologia” en els programes nacionals de recerca, en línies d’investigació dels centres de recerca, en publicacions o en conferències. És un

<sup>36</sup> La definició del US National Science and Technology Council, per exemple: “*The essence of nanotechnology is the ability to work at the molecular level, atom by atom, to create large structures with fundamentally new molecular organization. The aim is to exploit these properties by gaining control of structures and devices at atomic, molecular, and supramolecular levels and to learn to efficiently manufacture and use these devices*”

<sup>37</sup> <http://singularityu.org/>

<sup>38</sup> <http://www.macleans.ca/society/life/how-nanobots-will-help-the-immune-system-and-why-well-be-much-smarter-thanks-to-machines-2/> Accedit 2/11/2015.

<sup>39</sup> <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=4498.php> Accedit 2/11/2015.

<sup>40</sup> Veure els projectes: <http://2045.com/>; <http://humaitech.com/>

<sup>41</sup> <http://plato.stanford.edu/entries/definitions/> Accedit 19/10/2015.

tipus de definició basada en un ús històric de la paraula i que identifica el propi concepte amb un conjunt d'elements que, de fet, constitueixen la seva extensió.

Però una definició basada en una llista d'aquest tipus presenta alguns problemes si la volem utilitzar com a base per a la reflexió ètica. El primer problema és que les àrees de recerca incloses a la llista pertanyen a disciplines molt diferents i és pràcticament impossible de trobar un punt en comú entre elles. Una manera de resoldre parcialment aquest problema és parlar de "nanotecnologies" en plural, en lloc de "nanotecnologia", com hem vist que suggeria Gordijn, però això no soluciona del tot el problema de trobar l'element unificador.

Un altre problema és que es tracta d'una definició molt poc específica, i pot diferir substancialment en el temps i d'un país a un altre. D'altra banda, aquesta definició, en realitat, no ens diu res sobre la naturalesa d'allò "nano", i no ens ajuda gaire en la nostra tasca de formar-nos un concepte de "nanotecnologia" que ens permeti identificar possibles aspectes ètics.

### **3.3 Reflexió realista.**

Podem acceptar la utilitat dels diferents tipus de definicions que acabem de mencionar per a diferents propòsits, com pot ser el de la regulació. De tota manera, en la nostra opinió, és necessari trobar un tipus de definició més adequat al propòsit de la reflexió ètica.

El nostre objectiu és reflexionar filosòficament sobre els elements morals que poden sorgir d'un eventual àmbit "nano", i això suposa reflexionar sobre l'existència de certs fets morals relacionats amb les possibles entitats nanotecnològiques. L'existència de fets morals relacionats amb entitats nanotecnològiques podria estar relacionada, d'alguna manera, amb l'existència de fets epistèmics en aquestes mateixes entitats, ja que tant els fets morals com els epistèmics es poden considerar fets normatius<sup>42</sup>. Així, un enfocament epistèmic realista podria ser un bon camí per explorar l'elaboració d'una definició de "nanotecnologia", amb el nostre objectiu ètic en ment.

---

<sup>42</sup> CUNEO, T., *The normative web. An argument for moral realism*, Oxford: Oxford University Press, 2007.



Però inclús si ens prenem el realisme moral (l'acceptació de l'existència real de fets morals) només com una postura filosòfica, la posició epistèmica realista (l'acceptació de l'existència real de fets epistèmics) segueix sent, en la nostra opinió, una opció adequada per pensar si l'existència d'un "àmbit nano" està basada en fets reals o si és més aviat quelcom estipulat per convenció. Considerem doncs que ens pot ajudar a formular una definició adequada per als propòsits de la reflexió ètica.

La *Commission de l'Éthique en Science et en Technologie* (CEST) del Quebec, per exemple, quan parla de la necessitat d'arribar a enteses pel que fa a definicions, considera que *"Es tracta d'una qüestió complexa, ja que la nomenclatura científica actual es fonamenta en la mida i en la composició química de les nanopartícules, però no té en compte les especificitats de la matèria nanomètrica en relació amb la seva estructura física, com la dels nanotubs de carboni o els ful·lerens, ni els efectes de superfície. En un informe del 2005, l'Institut de Medicina americà menciona que encara falta determinar si aquestes partícules són noves substàncies o no."*<sup>43</sup><sup>44</sup>

Arribar a una definició que capturi l'essència del concepte que normalment anomenem "nanotecnologia" passa a ser doncs una tasca que hem de fer a mesura que incrementem el nostre coneixement al respecte.

En aquest sentit, podríem començar per preguntar-nos per la nostra capacitat de reconèixer coses del món (persones, objectes, entitats abstractes) cada cop que ens les trobem, en diferents moments i en diferents circumstàncies. Podem preguntar-nos també sobre com desenvolupem els conceptes i com els utilitzem –en aquest cas, el concepte de "nanotecnologia"- per identificar una entitat determinada i per classificar-la.

Com a punt de partida, ens proposem recolzar-nos en una proposta de la filòsofa nord-americana Ruth Millikan. En aquesta proposta, Millikan situa el que anomena *"substance concepts"* ("conceptes "substància") com a factor central en l'explicació de

<sup>43</sup> Institute of Medicine (Estats Units d'Amèrica), *Implications of Nanotechnology for Environmental Health Research*, Lynn Goldman et Christine Coussens (dir.), Roundtable on Environmental Health Sciences, Research and Medicine, Board of Health Sciences Policy, Washington, D.C., The National Academies Press, 2005. <http://www.nap.edu/read/11248/chapter/1> Accedit 6/11/2015.

<sup>44</sup> COMMISSION DE L'ÉTHIQUE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE, *AVIS, Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir*, Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie (CEST). (2006). *Avis: Éthique et Nanotechnologie: se donner les moyens d'agir*. Government of Québec.

la missió dels mecanismes cognitius humans<sup>45</sup>. Les idees de Millikan sobre les *substàncies* mostren una clara inspiració aristotèlica<sup>46</sup>.

Per respondre a la pregunta sobre què fa que quelcom sigui “nanotecnològic” o què significa “ser nanotecnològic”, abans ens hem de preguntar sobre la naturalesa d’allò a què ens referim amb el concepte de “nanotecnologia”. Quin tipus de referent té al món? És una *substància* o una *classe real*?<sup>47</sup> Si la nanotecnologia és una *substància* o una *classe real*, aleshores hauríem de ser capaços de fer projeccions (prediccions) sobre l’entitat anomenada “nanotecnologia”. Aquesta capacitat de fer projeccions ha d’estar basada en una espècie de “principi organitzador” invariable, amb existència real i que, d’alguna manera, ens permet identificar la “nanotecnologia” cada cop que ens trobem davant d’ella. Aquest “principi organitzador” ens ha de permetre, doncs, reconèixer la nanotecnologia i aprendre coses d’ella quan ens la trobem, coses que podem utilitzar en el futur, per fer induccions ben fundades, com fem amb altres substàncies que coneixem: “cadira”, “gos”, “or” o “química”. És el “principi” que fa que la *substància* en qüestió sigui el que és i, tot i tenir una existència real, i per tant un caràcter ontològic, es defineix en termes epistemològics, perquè actua com a base per la inducció i ens ajuda així a reconèixer aquesta *substància*.

És important assenyalar que la nostra capacitat per identificar *substàncies* sempre està subjecta a error i que la vaguetat és un atribut de determinats conceptes, com pot perfectament ser el cas del concepte de “nanotecnologia”. També cal advertir que no sempre és possible descriure de forma senzilla i unívoca aquest “principi organitzador”, la qual cosa no vol dir que no existeixi.

Però, en què podria consistir aquest “principi organitzador” en el cas de la nanotecnologia? Sembla que la resposta més intuïtiva (i sens dubte la més emprada) hagi d’estar relacionada amb la mida (l’escala nanomètrica). Però aquesta solució resulta problemàtica per les raons esmentades a la secció dedicada a la definició

<sup>45</sup> MILLIKAN, R., *On clear and confused ideas*. Cambridge University Press, 2000

<sup>46</sup> *Metafísica*, III, IV, IX.

<sup>47</sup> Ens referim aquí a “substància” i a “classe real” tal i com l’entén Ruth Millikan al Capítol 2 del seu “*On clear and confused ideas*”: Coses sobre les que podem aprendre coses que poden ser aplicades en encontres successius amb elles, per fer projeccions i per les quals aquesta possibilitat no és accidental, sinó basada en el que podem anomenar un “fonament ontològic d’inducció”, o inclús “essència”, en un sentit ampli.

nominal. Així, sembla oportú mirar d'explorar alguna via alternativa o, com a mínim, alguna manera de complementar l'opció de la mida.

Observem, per exemple, quina seria l'extensió del concepte de la substància "nanotecnologia". El que veiem és que està definida per la pròpia substància. Es tracta d'una substància que trobem en el món en la forma de certes entitats (activitats, aplicacions, objectes, materials) considerades "nanotecnològiques". En aquest sentit, quan diem que una entitat determinada és "nanotecnologia", en realitat estem dient que aquesta entitat *és una part de* la "nanotecnologia" o potser que *és* "nanotecnològica". Això ens porta a la possibilitat de definir la "nanotecnologia", com un conjunt d'entitats considerades elles mateixes "nanotecnologia", quelcom molt similar al que abans hem anomenat "definició real". En aquest cas encara ens restaria establir qui ostenta les competències o l'autoritat per determinar que una entitat és realment "nanotecnologia", i amb quin criteri ho fa.

Hem de ser conscients de que quan diem que sabem que una entitat és *part de* la nanotecnologia, estem obligats a respondre també determinades preguntes, per identificar realment l'entitat: De quin tipus d'entitat estem parlant? A quin camp de la ciència o la tecnologia pertany? Quines propietats presenta? Quines són les seves dimensions? Com podem utilitzar-la? Etc.

Sense perdre de vista el que acabem de dir, també hauríem de considerar la possibilitat de veure la "nanotecnologia", no com una substància, sinó com una espècie de propietat (o conjunt de propietats) que tenen certes entitats (activitats, aplicacions, objectes, materials). Estaríem parlant aleshores de les entitats "nanotecnològiques" per referir-nos a aquelles activitats, aplicacions, objectes i materials que tenen la propietat de la "nanotecnologia". En aquest cas hauríem de pensar en la propietat "ser nanotecnològic" i en el concepte de la propietat "ser nanotecnològic". La pregunta aleshores seria: Què és per a una entitat "ser nanotecnològic"?

### **3.3.1 Aproximació a una definició realista.**

En qualsevol cas, per tal de respondre aquestes qüestions, independentment de si considerem la "nanotecnologia" una substància o una propietat, el que hem de

dilucidar primer és quins són els fets reals, relacionats amb una entitat, que fan que certes propietats es mostrin i que fan que considerem aquesta entitat com a “nanotecnològica” (ja sigui una activitat, una aplicació, un objecte o un material), i que en canvi no estan presents en una entitat “no-nanotecnològica” anàloga.

Què marca la diferència entre la substància<sup>48</sup> “X” i la substància “nano-X”? Com ja hem vist, normalment utilitzem el terme “nanotecnologia” per referir-nos a coses que encaixen en determinats criteris de mida, concretament, que al menys una de les seves dimensions es trobi en la nanoescala, estipulada aquesta com el rang 1-100 nm. Però, com també hem vist, aquests límits físics no estan basats en cap evidència científica, sinó que són més aviat arbitraris. No sembla doncs que aquest fet (que al menys una de les dimensions de l’entitat es trobi en la nanoescala) sigui el fet del món que estem buscant.

L’investigador Amarnath Maitra, per exemple, explora un camí alternatiu. Maitra afirma quelcom que ens ha de fer pensar: no es pot establir un paral·lelisme semàntic entre “nanotecnologia” i “nanomedicina”, com normalment es fa. És a dir, no sempre és cert que el mateix conjunt de característiques que fan que certa tecnologia sigui “nanotecnologia” es trobi en el que la bibliografia anomena o defineix com a “nanomedicina”<sup>49</sup>. Això passa, per exemple, amb aplicacions basades en la captació cel·lular d’objectes materials nanomètrics, com ara principis actius o altres productes químics. Per tant, hi hauria, segons aquest plantejament, com a mínim una part del que avui es coneix com a “nanomedicina” que no hauria de ser considerada “nanotecnologia”.

Maitra inclús assaja una possible definició de “nanotecnologia”, que resulta de força interès, des del punt de vista realista que estem proposant:

<sup>48</sup> Aquí “Substància” des del punt de vista químic.

<sup>49</sup> MAITRA, A., *Does nanomedicine really belong to the field of nanotechnology?*, Nano. The magazine for small science (19). (August 06, 2010). [http://www.nanomagazine.co.uk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=916:opinion-does-nanomedicine-really-belong-to-the-field-of-nanotechnology&catid=120:issue-19](http://www.nanomagazine.co.uk/index.php?option=com_content&view=article&id=916:opinion-does-nanomedicine-really-belong-to-the-field-of-nanotechnology&catid=120:issue-19) Accedit 8/12/2015.

*“Anomenem nanotecnologia a l'estudi de propietats físiques com ara les característiques elèctriques, òptiques, magnètiques, mecàniques i tèrmiques d'una entitat en la qual els àtoms superficials dominen sobre els àtoms de massa”.*<sup>50</sup>

I continua:

*“De manera accidental, una entitat en la que dominen els àtoms de la superfície i en la que els àtoms de massa són pocs, automàticament tindrà una mida nano en una, dues o les tres dimensions del material. Per tant, la nanotecnologia és la ciència i la tecnologia dels àtoms superficials. Degut a les restriccions de mida d'aquestes entitats dominades pels àtoms superficials, en elles els electrons mòbils estan confinats bé en pous quàntics, bé en fils quàntics, bé en punts quàntics.”*<sup>51</sup>

D'acord amb aquesta definició, inclús si la mida és una propietat que ha de ser tinguda en compte en la cerca de l'essència d'allò “nano”, no sembla del tot apropiat atribuir a la mida la condició de paràmetre exclusiu per definir la “nano-terminologia”.

En realitat, el que ens fa pensar que certes entitats poden rebre el nom de “nanotecnologia” són certes propietats que trobem epistemològicament interessants i que estan presents en aquestes entitats.

Segons la pàgina web de la *Royal Society of Chemistry*:

*“Ann Dowling, professora d'enginyeria mecànica a la Universitat de Cambridge, que va presidir el grup de treball [encarregat d'elaborar un informe sobre la comprensió pública de la nanotecnologia, sol·licitat pel govern del Regne Unit], diu que “nanotecnologies” és un terme útil per cobrir una desconcertant varietat de camps sota aquest títol.*

*“La nanotecnologia tracta sobre l'ús de fenòmens que ocorren a l'escala del nanòmetre”, diu Dowling. Hi ha moltes estructures nanomètriques arreu, però la nanotecnologia està associada amb propietats úniques relacionades amb aquestes proporcions nano.”*<sup>52</sup>

En altres paraules, estem interessats, epistemològicament parlant, en certes propietats úniques o en discontinuïtats de les tendències de determinades propietats (elèctriques,

---

<sup>50</sup> Ibid.

<sup>51</sup> Ibid.

<sup>52</sup> <http://www.rsc.org/chemistryworld/Issues/2004/September/nanotech.asp> Accedit 6/12/2015

òptiques, magnètiques, mecàniques o tèrmiques) en relació amb la mida, més que en la mida pròpiament dita.

Hi ha evidències per creure que aquestes discontinuïtats són una conseqüència directa d'un increment de la relació àrea/volum, que a la seva vegada és una conseqüència directa del fet que, en certs objectes materials, els àtoms superficials predominin sobre la resta d'àtoms de la massa<sup>53</sup>. Si bé és cert que en un objecte que compleixi aquestes condicions es donarà necessàriament el fet que alguna o totes les seves dimensions es trobin en l'escala considerada "nanomètrica" (1-100 nm), això constitueix en realitat una conseqüència accidental d'un altre fet ontològicament anterior. El fet que la mida d'alguna de les dimensions de l'objecte sigui nanomètrica és, en realitat, conseqüència del fet que els àtoms superficials predominin sobre els àtoms de massa.

Sembla lògic doncs que la prioritat ontològica sigui assignada abans al fet del predomini dels àtoms superficials sobre els àtoms de massa, que al fet que l'objecte tingui una mida determinada, doncs és aquell i no aquest el fet que constitueix la causa de que determinades propietats interessants es facin rellevants en aquest objecte. Aquestes "noves" propietats, que podem associar a l'àmbit dels fenòmens quàntics, no s'observen quan els àtoms de massa predominen sobre els superficials.

Així doncs, el que hi ha d'especial en la nanotecnologia són les noves propietats que mostra la matèria només quan els àtoms superficials comencen a predominar. Són precisament aquestes noves propietats, i no la mida com a tal, les que fan que tingui sentit classificar determinades entitats com a "nanotecnològiques". Són propietats (elèctriques, òptiques, magnètiques, mecàniques o tèrmiques) que apareixen quan, sota unes determinades condicions, certs efectes quàntics es fan rellevants. Per tant, ¿hauríem de considerar "nanotecnologia" una aplicació en la qual determinats efectes quàntics fossin fonamentals, però la mida dels objectes fos de 150 nm? Segurament sí, però seguint la definició nominal més emprada, en la que el rang de mida estipulat per als objectes ha de ser de 1 a 100 nm, aquesta aplicació quedaria fora de les condicions necessàries i suficients, i per tant no podria ser qualificada com a "nanotecnològica". Per altra banda, ¿podríem considerar "nano" una aplicació basada en objectes de, per

---

<sup>53</sup> SCENIHR, Op. cit.

exemple, 50 nm, si cap propietat essencial per l'aplicació mostra cap "desviació" quàntica respecte a les propietats a la macro-escala? O inclús si ni tan sols la mida fos un aspecte fonamental per aquesta aplicació?

Atès que la prevalença dels àtoms superficials sobre els massics en certes entitats dóna origen a diferències substancials respecte a entitats amb la prevalença oposada (diferències que són perceptibles a través de certes propietats físiques sobre les que podem fer induccions fonamentades), ¿hauríem de considerar que aquestes entitats són *substàncies*<sup>54</sup> noves o diferents?

Per justificar epistemològicament l'ús d'una nova terminologia per determinades entitats, cal que existeixi una novetat real en aquestes entitats. Aquesta "novetat" hauria de poder ser provada a través de l'estudi científic d'aquestes entitats i/o de l'ús pràctic o l'aplicació de les seves "noves propietats", o bé demostrant que estem parlant de substàncies diferents. Això és el que podria ser qualificat de "revolucionari". El fet de que un objecte sigui indetectable per l'ull humà –o inclús per determinats dispositius- degut a la seva petitesa, no és una condició nova, ja està assignada a l'anomenat "món microscòpic". I el fet que un objecte prou petit càpiga en un espai petit, tampoc és una propietat precisament desconeguda.

Això no vol dir, òbviament, que puguem passar per alt la importància de les possibilitats de miniaturització fins a la nanoescala, com a facilitadora en certes aplicacions en les que la mida nanomètrica fa la diferència. Estem pensant en casos com per exemple el de nano-objectes en el "límit de detecció" de determinats "sensors fisiològics".

Si seguim aquest raonament, d'alguna manera podríem dividir el món de les entitats tecno-científiques en dues parts: aquelles en les que hi ha predominança dels àtoms massics sobre els superficials i aquelles en les que la predominança és dels superficials sobre els massics. L'existència de diferències observables en determinades propietats, entre unes i altres entitats, és també un fet clau, que un plantejament realista no pot deixar de tenir en compte. Una definició realista ha de prendre en consideració el

<sup>54</sup> Entenem aquí "substància" en el mateix sentit que Millikan. Un material macromètric mostra certes propietats físiques (òptiques, elèctriques, tèrmiques, mecàniques o magnètiques) diferents de les que mostra "el mateix" material en forma nanomètrica (per exemple, or en front d'or nanomètric).

vinde històric-causal entre les característiques que fan que les *substàncies* nanotecnològiques siguin epistemològicament interessants i els fets reals que són causa d'aquestes característiques.

Com a tals, les propietats observables d'una *substància* particular no són més que l'*expressió* de certes característiques d'aquesta *substància*. Quan (el nombre d'àtoms de) la superfície supera (el nombre d'àtoms de) la massa, certs efectes de caràcter quàntic prenen rellevància i això ho percebem en algunes propietats observables. Aquests efectes quàntics, de fet, estan canviant les tendències en les que basem les nostres projeccions sobre les propietats observables del que consideràvem –potser erròniament, i aquesta és la qüestió– la *mateixa substància particular* (per exemple, *or* comparat amb *or nanomètric*). La causa directa d'aquest fenomen és que, en les entitats nanotecnològiques, la relació entre àtoms superficials i àtoms volumètrics s'inverteix, i no el fet que siguin “nanomètriques” *per se*. La seva condició de “nanomètriques”, de fet, és en realitat una conseqüència mesurable del balanç positiu entre àtoms superficials i àtoms volumètrics.

A nivell quàntic, els àtoms que es troben a la superfície es comporten de manera diferent a com ho fan els àtoms massics, ja que les influències que reben, uns i altres, dels àtoms dels seus entorns són diferents. Quan els electrons es troben confinats a un espai tan reduït, com passa en aquestes condicions, els seus estats accessibles es troben quantitzats en Estats de Pou Quàntic (“*Quantum Well States*”) i apareixen els anomenats Efectes de Mida Quàntica (“*Quantum Size Effects*”), responsables de certes noves propietats. A més, determinades propietats tenen certes longituds característiques associades, que en ser assolides per la mida dels objectes també poden donar lloc a nous comportaments. Tot i que es podria considerar que aquests fenòmens depenen directament de la mida nanomètrica, el fet és que no hi ha un valor concret de mida al qual ens puguem referir i sí en canvi un fet concret, que de fet és responsable de la mida: la inversió àtoms superficials/àtoms massics.

Està clar que la possibilitat de sotmetre una propietat específica com la mida a una escala de mesura convencional com l'escala mètrica, fa que aquesta propietat sigui especialment interessant a nivell pràctic. Però el principi ontològic que ens ha de donar



un fonament epistèmic sobre el qual elaborar un concepte i una definició realistes hauria de ser més sòlid que el fet que resulti pràctic.

En el cas de la “nanotecnologia”, sembla raonable vincular aquest principi a la relació àtoms superficials/àtoms volumètrics, que és el fet real que constitueix la causa primària dels efectes que, al cap i a la fi, ens importen: la discontinuïtat en les tendències de determinades propietats observables, i fins i tot de la pròpia mida nanomètrica.

El canvi en la rellevància de certs efectes quàntics, és un fet que constitueix també una causa dels canvis en les propietats, però en aquest cas és una causa intermèdia. De fet (l’aparició d’efectes quàntics) és també una conseqüència de la mateixa causa prèvia inicial: el gir en la relació àrea/volum.

Respecte a la qüestió de la mida d’una, dues o les tres dimensions de les entitats, s’ha de considerar que és un efecte observable i mesurable d’aquest mateix fet ontològicament inicial (la inversió àrea/volum).

És una qüestió de la nanociència i de la reflexió filosòfica respondre si bé “ser nanotecnològic” és una propietat de certes *substàncies*, que no han deixat de ser el que són, o bé és un atribut que ens permet considerar-les *noves substàncies o classes naturals*, que han de ser representades o reconegudes a través de conceptes diferenciats.

Considerem doncs que és viable una definició realista per a la *nano-terminologia*, la qual ens ha de permetre fixar el marc de la reflexió sobre els aspectes ètics i socials que puguin sorgir. Aquesta definició pot estar basada en els fets reals mencionats: l’existència d’una discontinuïtat en certes propietats físiques observables (elèctriques, òptiques, magnètiques, mecàniques o tèrmiques)<sup>55</sup> que confereixen als objectes en qüestió certes noves característiques, i el fet que aquesta discontinuïtat tingui una relació causal amb la predominança dels àtoms superficials sobre els volumètrics. Naturalment, hem d’insistir, això implica necessàriament que, com a mínim una de les dimensions físiques externes estigui en els marges del que convencionalment anomenem “la nanoescala”. Si aquesta discontinuïtat és rellevant o no per una

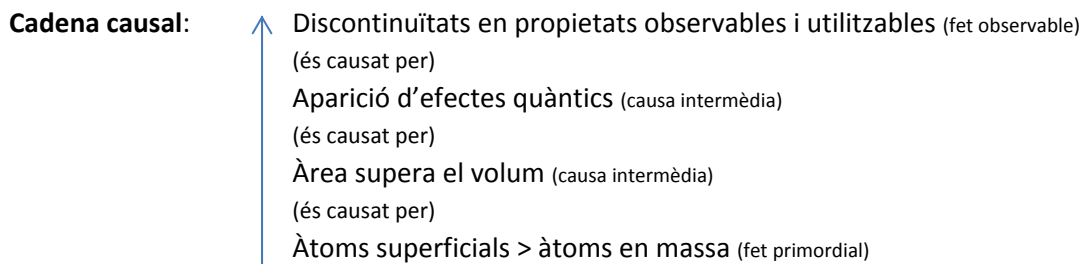
---

<sup>55</sup> MAITRA, A., Op. cit.

determinada aplicació pot servir per dir com d'adequats són uns mitjans per assolir uns fins, però no és pertinent per determinar si l'ús d'un vocabulari específic per referir-nos a certa part de la realitat és epistemològicament rellevant. El que proposem és una estratègia basada en una definició realista, com un intent de substanciació de la combinació dels factors ontològics i epistèmics que es troben a l'arrel del que considerem que realment és la "nanotecnologia". Evidentment, hem d'acceptar cert grau de vaguetat en un concepte definit en aquests termes.

Així doncs, si el que ens interessa de la nanotecnologia són les propietats especials que apareixen en determinades circumstàncies, aleshores la nostra definició haurà de fer referència a l'aparició d'aquestes propietats, a les circumstàncies que fan que aquestes propietats apareguin i a la relació causal entre ambdós fets.

La "nanotecnologia" comprendrà doncs, el conjunt d'aquelles entitats (activitats, aplicacions, objectes o materials) que responguin a la cadena causal (Il·lustració 3.1) que té el seu inici en el fet que els àtoms superficials superin en nombre els àtoms massics (fet primordial), passa pels efectes quàntics associats que prenen rellevància en aquestes circumstàncies, i té el seu final en l'aparició de discontinuïtats en determinades propietats observables i utilitzables (fet observable). Anomenarem "nanotecnològiques" a aquestes entitats.



Il·lustració 3.1. Cadena causal de la nanotecnologia

Aquesta cadena de fets, connectats causalment, conforma el criteri discriminador per delimitar l'àmbit d'allò nanotecnològic. Considerem que això constitueix una definició de nanotecnologia adequada per al propòsit de reflexió ètica que, tal com hem

assenyalat, aquest camp tecnocientífic requereix. Aquesta definició difereix essencialment de les definicions que es poden trobar actualment a la bibliografia i, per tant, representa una aportació important, la qual pot ajudar a centrar el que hauria de ser l'autèntic àmbit de reflexió. Lògicament, aquesta definició està carregada amb una dosi de vaguetat més alta que qualsevol definició que estigui basada en un rang de mida, però considerem que aquesta vaguetat és una contrapartida acceptable a canvi d'evitar els problemes derivats d'emprar definicions menys vagues però inadequades. Amb aquesta definició es supera l'error, molt comú per altra banda, d'identificar "nanotecnologia" amb "tecnologia nanomètrica" o amb "tecnologia "nanoscòpica". És a dir, confondre el que se suposa que és un àmbit revolucionari de la tecnociència amb una mera reducció a l'escala nanomètrica d'una tecnociència ja existent.

Per clarificar la definició concretarem ara alguns exemples d'aplicacions que habitualment són considerades nanotecnològiques:

Considerem en primer lloc una aplicació relacionada amb nanovectors dissenyats per introduir una dosi precisa d'un fàrmac en cèl·lules canceroses. Gràcies a la seva mida, aquests vectors, convenientment funcionalitzats amb el principi actiu, poden travessar diferents barreres i arribar al seu objectiu d'una manera més precisa, aconseguint així tractaments terapèutics molt més eficaços contra el càncer. La vàlua d'aquests avenços és innegable i signifiquen un gran pas en l'augment de la nostra precisió operativa (un pas que pot ser, això sí, decisiu). Tanmateix, no suposen un canvi essencial, per què es basen en el fet que si som capaços de fabricar vectors més petits podem augmentar la precisió i, amb això, l'eficàcia de l'actuació. Aquestes aplicacions no respondrien, doncs, a la cadena causal de fets que hem proposat com a base del que anomenem nanotecnologia i, per tant, no haurien de ser considerades com a tal, a efectes de la reflexió ètica.

Considerem ara l'exemple del computador quàntic. Aquesta aplicació es basaria en l'ús de bits quàntics (*qubits*) com a unitat base d'informació per fabricar ordinadors en lloc dels clàssics *bits*. Mentre que els bits només poden adoptar dos valors possibles, el 0 i l'1 del càlcul binari, els *qubits* funcionen sota les lleis de la física quàntica i poden adoptar, a més dels valors 0 i 1, combinacions d'aquests estats, és a dir, 0 i 1

simultàniament. Això permet, bàsicament, que cada *qubit* pugui realitzar operacions en paral·lel, cosa que no poden fer els *bits*, i també operacions lògiques diferents. D'aquesta manera, s'augmenta exponencialment la capacitat operativa dels ordinadors quàntics respecte als clàssics. Algunes estructures nanomètriques, com els punts quàntics, per exemple, poden actuar com a *qubits* per tal d'avançar en aquest tipus d'aplicacions. No anirem més enllà en l'explicació dels principis de funcionament dels *qubits* ni dels ordinadors quàntics, per què s'escapa als objectius dels nostre treball, però bastaria la introducció que acabem de fer, a mode d'exemple del que sí que suposa una aplicació que es pot considerar "nanotecnològica", segons la definició que hem proposat. En aquest cas és evident que les propietats causades per certs efectes quàntics de la matèria en determinades nanoestructures, són determinants per a l'aplicació, i no només la mida.

### **3.4 Una reflexió realista sobre les implicacions ètiques de les nanotecnologies.**

Perquè la nanotecnologia sigui la referència al món real d'una terminologia específica en el món lingüístic, ha de ser identificable com una entitat ontològicament diferenciable (material o abstracta), i per tant ha d'estar basada en l'existència d'un "principi ontològic", una *essència*. Així mateix, sembla que quelcom com "les implicacions ètiques de la nanotecnologia" hauria d'estar basat en fets morals connectats [amb les eventuais implicacions morals d'un ús de les entitats "nanotecnològiques" que estigui relacionat] amb aquest "principi ontològic" que fa que aquestes entitats siguin "nanotecnològiques", i no amb qualsevol propietat de les mateixes. En cas contrari, no estaríem parlant d'implicacions ètiques "de la nanotecnologia". És a dir, per ser "implicacions *de* la nanotecnologia", aquestes han d'estar connectades d'alguna manera amb l'essència de la nanotecnologia.

No és pas nou que la tecnologia, com a activitat humana, comporta alguns aspectes que poden afectar de moltes maneres a diferents esferes de la vida, tan social com individual. Això fa del tot pertinent, tal com hem vist al primer capítol, una reflexió des del punt de vista ètic. Certament, a través de la història de les civilitzacions, els diferents avenços tecnològics han vingut acompanyats de nous paradigmes, les

implicacions dels quals han significat salts qualitius, que van més enllà de l'acumulació quantitativa de canvis que el propi desenvolupament tecnològic suposa. Aquests progressos tecnològics han merescut, en ocasions i generalment *a posteriori*, la creació de noves eines de pensament ètic. La genètica, i la biotecnologia en general, o les anomenades TIC's (Tecnologies de la Informació i la Comunicació) i especialment Internet, són alguns dels exemples de tecnologies actuals que han comportat salts qualitius d'aquesta mena i han sigut mereixedors d'una reflexió especial. És una opinió força estesa que les nanotecnologies representen una nova revolució tecnològica. Si això és cert, les nanotecnologies podrien estar suposant un altre d'aquests "saltos qualitius", i plantegen, per tant, la necessitat d'una reflexió.

Com hem vist, era convenient, abans de res, definir la nanotecnologia en els termes apropiats i determinar així l'objecte de la nostra reflexió, per després trobar en quins aspectes podria representar una autèntica revolució i en quins estem parlant d'un nou pas endavant en la contínua acumulació quantitativa de coneixement científic i desenvolupament tecnològic. La postura que ens ha semblat més adequada per aquest propòsit, és la de basar les definicions de l'àmbit *nano* en la consideració de que la realitat és quelcom que existeix independentment dels subjectes (postura realista); i que la "nanotecnologia" (una part de la realitat que ens interessa) és *quelcom*, és a dir, és una entitat basada en fets reals, l'existència dels quals és independent de nosaltres.

Però en el paradigma tecnocientífic modern, la tecnociència té un caràcter operacional. I això significa que una entitat serà considerada com a part de la realitat només si té el poder d'actuar, és a dir, existeix (o és cert) si ens permet operar sobre la natura<sup>56</sup>. Per exemple, la mida de partícula és considerada un criteri real, perquè ens permet mesurar les dimensions físiques de les partícules (que és un actuar sobre partícules reals). En aquest context, el nostre enfocament epistemològicament realista podria ser qualificat d'inútil, comparat amb enfocaments que ens permetin definir i classificar entitats mesurant-les per mitjans tecnològics. Tanmateix, el poder d'actuar, en tant que criteri, no resulta apropiat per als propòsits de l'enfocament que plantegem, el qual està dirigit a la reflexió ètica i no només a fins operacionals.

<sup>56</sup> Dec aquesta puntualització a A. Florensa. N.a.

No obstant, la mida no pot ser descartada completament com una de les principals propietats que ens ajuden a reconèixer entitats *nano* quan considerem la seva interacció amb els éssers humans. Si “ser massa petit per ser vist per l’ull humà nu” és el fet real assignat, com a frontera vaga, per reconèixer l’àmbit “microscòpic”, altres fronteres basades en la mida i relacionades amb la “bio-detectabilitat” -per exemple vinculades amb el sistema immunològic- podrien ser assignables a espècies del gènere *nano*.

Un altre problema, directament derivat de la manca de definicions, era la possibilitat d’un ús impropï, per excés o per defecte, de la “nanoterminologia”, ja sigui utilitzant-la com a mera eina de màrqueting per part de publicacions, fabricants, investigadors o pensadors, per tal d’aconseguir finançament o per vendre una imatge de novetat tecnològica; ja sigui evitant fer visible qualsevol referència “nano” davant del que sembla una tendència a la percepció més aviat negativa davant els possibles riscos i les incerteses de la nanotecnologia en alguns sectors de la societat<sup>57</sup>. Fer que la “nanoterminologia” hagi de respondre a una definició realista de “nanotecnologia”, ajudaria a identificar de manera apropiada les seves implicacions ètiques i socials. Òbviament, una identificació apropiada de les implicacions ètiques i socials de les nanotecnologies és una part fonamental de la reflexió ètica. Hem de saber sobre què estem reflexionant i si és quelcom nou per nosaltres o, per contra, si és quelcom que ja coneixíem.

La Comissió Europea, dins del seu *NanoCode*<sup>58</sup> inclòs en el 7è Programa Marc, ha impulsat un procés de diàleg “*multi-stakeholder*”, recopilant aportacions per implementar el “*Codi de Conducta Europeu per a la recerca en Nanociències i Nanotecnologies*”<sup>59</sup>. Dins del projecte *NanoCode* s’ha elaborat el *CodeMeter*<sup>60</sup>, una eina de mesura del grau d’implantació del Codi. A finals de 2011 la CE va presentar el seu *MasterPlan*<sup>61</sup>, una compilació de “*Temes i opcions en el camí cap al Codi de Conducta de la Comissió Europea per a la recerca responsable en Nanociències i Nanotecnologies*”. Aquest *MasterPlan* ja conté una idea, que coincideix amb una de les conclusions de la

<sup>57</sup> GEORGE, S., KAPTAN, G., LEE J., FREWER L., *Awareness on adverse effects of nanotechnology increases negative perception among public: survey study from Singapore*, Journal of Nanoparticle Research, December 2014, 16:2751.

<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11051-014-2751-1> Accedit 8/12/2015.

<sup>58</sup> [http://cordis.europa.eu/result/rcn/55409\\_en.html](http://cordis.europa.eu/result/rcn/55409_en.html) Accedit 23/10/2015.

<sup>59</sup> [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/nanocode-apr09\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/nanocode-apr09_en.pdf) Accedit 23/10/2015.

<sup>60</sup> <http://www.nanotec.it/public/wp-content/uploads/2014/04/NanoCode-CodeMeterToolReport.pdf> Accedit 23/10/2015.

<sup>61</sup> [http://www.nanotec.it/public/wp-content/uploads/2014/04/NanoCode\\_MasterPlan.pdf](http://www.nanotec.it/public/wp-content/uploads/2014/04/NanoCode_MasterPlan.pdf) Accedit 23/10/2015.

Conferència Internacional, organitzada pel projecte NanoCode, "*Promoting responsible innovation: The future of the European Code of Conduct for Nanotechnologies*"<sup>62</sup>: la conveniència, per al futur del Codi (en part degut a les dificultats en les tasques d'estandardització i elaboració de definicions i a la complexitat de la determinació del grau de novetat de les nanotecnologies<sup>63</sup>), que aquest s'estengui més enllà de l'àmbit *nano*, a totes les tecnologies emergents, i més enllà de la recerca, a tota la cadena de valor. D'aquesta manera es pretén dirigir els esforços de la reflexió ètica a les noves propietats de les entitats *nano*, més pel fet de ser noves que per la seva mida.

La investigació recollida en aquest capítol ha donat lloc a l'article publicat a *Comprendre. Revista catalana de filosofia*, titulat: "*Ethical reflection on nanotechnology; but what does "being nanotechnological" mean? A contribution from an epistemically realist point of view.*"<sup>64</sup>, que apareix reproduït a l'Annex 2 del present treball.

---

<sup>62</sup> NanoCode Project International Conference "Promoting responsible innovation: The future of the European CoC for nanotechnologies" (Brussel·les, 29 Setembre 2011) per presentar l'esborrany final del NANOCODE MasterPlan i CodeMeter

<sup>63</sup> A la mateixa Conferència Internacional, (*"Promoting responsible innovation: The future of the European Code of Conduct for Nanotechnologies"*): «*Extending the boundaries of the Code?*», Taula rodona amb representants dels diferents estats, per exposar les diferents postures sobre la innovació responsables i discutir la possibilitat d'estendre els principis del Codi i l'enfocament a una escala més global i més enllà de la recerca.

<sup>64</sup> RUIZ TRUJILLO, P., FLORENSA, A., BORRÓS, S., *Ethical reflection on nanotechnology; but what does "being nanotechnological" mean? A contribution from an epistemically realist point of view*, *Comprendre*, Vol 16/1, 2014, p. 105-122





**4. L'ètica aplicada com a nou enfocament per a la reflexió ètica sobre les nanotecnologies a partir d'una definició epistemològicament realista.**



#### **4. L'ètica aplicada com a nou enfocament per a la reflexió ètica sobre les nanotecnologies a partir d'una definició epistemològicament realista.**

En acabar l'anterior capítol parlàvem de la importància de dirigir adequadament els esforços de la nostra reflexió. Un no pot reflexionar adequadament si no sap sobre què ha de reflexionar. En aquest sentit, la importància de definir i, sobretot, de consensuar què entenem per "àmbit de les nanotecnologies" és cabdal. En el present capítol s'exposen les línies fonamentals de la nostra proposta per a una ètica de les nanotecnologies. Com de seguida es veurà, l'enfocament proposat s'assenta sobre les bases d'una ètica de tipus discursiu, la qual considerem adequada, tal com exposarem, en el context actual i donada la naturalesa d'aquest camp de la tecnociència. En aquest sentit, ens acostem a la línia seguida per l'enfocament europeu que hem descrit al Capítol 2. La novetat, i aquesta és la tesi que defensem, radica en el fet de proposar l'elaboració d'una "ètica aplicada de les nanotecnologies". En la recerca bibliogràfica realitzada al llarg del treball, no s'ha detectat cap proposta en aquest sentit, i per això considerem que es tracta d'una aportació que pot resultar interessant en el debat sobre els reptes ètics que presenta l'activitat nanotecnològica. Donat que entre els objectius de la tesi doctoral està el de "Proposar un enfocament ètic per abordar les qüestions plantejades per la nanotecnologia", la nostra proposta es circumscriu a justificar l'escaiença del camí proposat, a apuntar els trets bàsics que s'haurien de tenir en compte i a enumerar els passos que s'haurien de seguir, tot suggerint algunes vies d'indagació, per tal de concretar una ètica aplicada de les nanotecnologies realment substantiva.

Les nanotecnologies (i qualsevol nova tecnologia) demanen una reflexió nova, precisament pel seu caràcter innovador, que està basat en quelcom que les diferencia de la resta de tecnologies que hi havia fins ara. Si no hi hagués cap tret diferencial, òbviament, no estaríem parlant de "noves" tecnologies. Al capítol anterior hem establert quin és aquest *tret diferencial* en el cas de les nanotecnologies. No és necessari repetir-ho aquí. Hi ha una cosa, però, que no és exactament nova en les nanotecnologies, i és el reconeixement de la necessitat d'una reflexió sobre els reptes

que ens plantegen les noves tecnologies. La primera meitat del segle XX va portar el món a un estat d'astorament total. Les dues Guerres Mundials, especialment la Segona, havien posat al descobert un potencial destructiu sense precedents, assolit per l'ésser humà gràcies als mitjans tècnics. Havíem pogut veure fins on podien arribar la ciència i la tècnica si no érem capaços d'acordar certs límits. El coneixement dels experiments que s'havien dut a terme en els camps d'extermini nazis, o el llançament de la bomba atòmica sobre Hiroshima i Nagasaki per part dels americans, semblaven indicar que l'era de la tècnica havia arribat a un punt de no retorn.

Per si això no fos suficient, a la segona meitat del segle, l'home assoleix per primer cop, gràcies a la tècnica, la capacitat destructiva necessària per acabar amb la vida humana a la Terra, i fins i tot per anihilar tot tipus de vida al planeta. Altres conseqüències sobre la vida a la Terra es van anar fent visibles en paral·lel amb el creixement econòmic i l'explosió tecnològica. La contaminació i altres formes de destrucció del medi ambient, la pèrdua de biodiversitat, més guerres, la corrupció als camps de la política i l'economia, conflictes morals relacionats amb les decisions mèdiques, fets tots ells relacionats, d'una manera o una altra, amb un desenvolupament tecnològic en creixement exponencial, deixaven les ètiques tradicionals sense respostes. Per dir-ho ras i curt, les velles eines de l'ètica no servien per als nous reptes.

Aquestes ètiques, enfocades a la reflexió sobre la conducta de persones més o menys compromeses amb unes normes morals determinades, les de la seva comunitat moralment homogènia, ja no podien donar compte de la presa de decisions en un món tecnològic i globalitzat. L'ideal il·lustrat d'emancipació, amb l'autonomia de l'individu com a valor de capçalera, donava pas, a més, a una deriva individualista, la qual feia de les nostres unes societats plurals.

D'una banda la crisi de les grans narracions i de l'altra, la contracció de l'espai físic entre cultures que abans eren, i se sentien, llunyanes, fa que ja no existeixi un consens sobre les normes morals a seguir. En aquest context la democràcia liberal ha resultat ser el sistema polític que, de moment, ha fet més fortuna<sup>1</sup>. Però aquest pluralisme demana uns continguts morals mínims que permetin una convivència entre realitats abans

---

<sup>1</sup> CORTINA, A., *Ètica aplicada y democracia radical*, Tecnos, Madrid, 2008

incompatibles. Una convivència que no seria possible en base als màxims de cada realitat moral.

D'altra banda, la irrupció d'avenços tecnològics com l'enginyeria genètica o la biotecnologia, ha posat sobre la taula nous reptes i nous interrogants que escapen als vells esquemes. Així doncs, l'ètica s'ha vist obligada a fer noves propostes. Com assenyala Adela Cortina, aquesta és la disjuntiva que se li plantejava a l'ètica: "*o proporciona principis que ajuden a la toma de decisió o queda descalificada por k.o. técnico, porque un saber práctico debe ayudar a orientar de algún modo la acción o abandonar definitivamente el ring.*"<sup>2</sup>

Però aquest pas, el de proporcionar principis que ens ajudin en els nostres processos de presa de decisions, no pot caure, com també adverteix la filòsofa valenciana, en l'error d'intentar dirigir directament les nostres accions, tasca de la que s'encarrega la moral<sup>3</sup>. En tant que reflexió *filosòfica*, l'aplicació de l'ètica no hauria de caure tampoc en la *casuística*, sobretot si aquesta acaba derivant en l'estudi d'excepcions a les regles morals universals, com ja va passar al segle XVII amb la casuística practicada per l'orde dels jesuïtes<sup>4</sup>.

I és que les tasques de l'ètica es dirigeixen a explicar racionalment allò moral. Es tracta de descobrir en què consisteix i d'intentar fonamentar racionalment el fet que hi hagi moral (o justificar que no es pot). També l'ètica s'ha d'encarregar de proporcionar una manera d'aplicar els principis descoberts als diferents àmbits de la vida. Però aquesta aplicació, en tant que fruit d'una reflexió filosòfica, no pot fer-se, insistim, en forma de prescripció directa sobre les decisions concretes, les quals han de quedar sempre en mans dels subjectes morals autònoms. En tot cas, l'ètica, després d'haver reflexionat i descobert els principis de l'acció moral, el que ha de fer és contribuir, amb aquests principis, a *orientar* les accions en els diferents àmbits de la vida.

<sup>2</sup> Ibid. P. 161-162.

<sup>3</sup> És convenient aquí aclarir la distinció entre ètica i moral. Tant a nivell etimològic, com en el seu ús corrent, els termes "ètica" i "moral", són pràcticament sinònims. En el seu ús filosòfic però, s'estableixen dos significats que corresponen a dos nivells de reflexió i llenguatge. S'entén per "moral" la conducta que es regeix per un determinat conjunt de normes o costums, així com el propi conjunt de normes i costums (sovint d'origen religiós, però no necessàriament). Per ètica, en canvi, s'entén la reflexió filosòfica sobre aquestes conductes i normes. L'ètica esdevé, així, filosofia moral. D'aquesta manera, parlem de diferents morals (moral cristiana, moral protestant) per referir-nos a diferents conjunts de normes; i de diferents ètiques (ètica deontològica, ètica utilitarista) per parlar de diferents modes d'explicar racionalment aquestes normes. Aquests dos nivells però, estan íntimament connectats, perquè l'ètica ha de reflexionar sobre la moral, i la moral, al seu torn, es veu afectada per les reflexions de l'ètica.

<sup>4</sup> ALCBERRO, R., *Ètiques per a un món complex. Un mapa de les tendències morals contemporànies*, Pagès Editors, Lleida, 2004. Pgs. 28, 52

Les respostes a la disjuntiva a la que s'havia d'enfrontar l'ètica vingueren primer de la mà de la reflexió d'autors com Hans Jonas, al qual hem fet referència en el primer capítol. La seva aposta per la responsabilitat com a eix central d'*una ètica per a la civilització tecnològica*<sup>5</sup> constitueix, juntament amb les ètiques discursives d'Apel i Habermas -a qui també ens hem referit en l'esmentat capítol- els principals fonaments de la teoria ètica sobre els quals es construeix el que s'ha anomenat *l'ètica aplicada*.

#### 4.1 Ètica aplicada.

En aquesta aproximació a l'ètica aplicada seguirem un dels referents en la matèria com és la filòsofa valenciana Adela Cortina<sup>6</sup>, a la qual citàvem més amunt.

Com acabem de dir, l'ètica, davant la disjuntiva en la que es troba a finals del segle XX (ajudar a orientar la conducta o simplement desaparèixer), ha d'emprendre el seu particular "gir aplicat"<sup>7</sup>. Les noves societats pluralistes, en les que els antics valors transmesos a través de les religions han deixat de ser la font compartida de respostes per a tots els àmbits de la vida, busquen en la racionalitat de l'ètica una intersubjectivitat que faci possible la necessària convivència entre els diferents modes d'entendre el bé o la *vida bona*; és a dir, que faciliti la gestió d'aquesta pluralitat.

A més, en la seva aplicació, aquesta ètica s'ha d'adaptar als diferents àmbits, ja sigui la medicina, l'ecologia, l'empresa, les diferents professions o les noves tecnologies, ja que presenten peculiaritats axiològiques que s'han de tenir en compte. Així doncs, a les societats plurals, el que s'espera de la intersubjectivitat racional de l'ètica és que faci el paper que feia la (suposada) objectivitat de les morals de fonament religiós a les societats tradicionals. Tot entenent la racionalitat com la facultat dels homes de poder arribar a acords mitjançant arguments, com fa A. Cortina<sup>8</sup>, és fàcil preveure la relació que, com veurem, s'estableix entre l'ètica aplicada i l'ètica discursiva. Cortina ens convida, a més, amb la seva *ètica de la raó cordial*<sup>9</sup>, a no oblidar que la dimensió cordial i

<sup>5</sup> Aquest, "Ensayo de una ética para la civilización tecnológica", és precisament el subtítol de l'obra on Jonas presenta el seu Principi de Responsabilitat.

<sup>6</sup> Adela Cortina tracta la qüestió de l'ètica aplicada en diverses obres, però especialment a: CORTINA, A. y GARCIA-MARZÁ, D. (eds.), "Razón pública y éticas aplicadas", Tecnos, Madrid, 2003; i al text que hem seguit fonamentalment: CORTINA A., *Ètica aplicada y democracia radical*, Op. cit.

<sup>7</sup> CORTINA A., *Ètica aplicada y democracia radical*, Op. cit., p. 161

<sup>8</sup> Ibid, p. 165

<sup>9</sup> CORTINA, A., *Ètica de la razón cordial. Educar en la ciudadanía del siglo XXI*. Ediciones Nobel. 2007

compassiva de l'ésser humà ha d'estar present també en les accions comunicatives. Sense aquesta vessant afectiva no hi ha, de fet, comunicació.

#### **4.1.1 Tres dificultats per a l'ètica aplicada.**

Com hem dit, el que pretén l'ètica aplicada és *aplicar* els principis que s'han identificat i fonamentat en les etapes anteriors de l'ètica, als diversos àmbits de la vida, per tal d'orientar els processos de presa de decisió en aquests àmbits. Aquesta aplicació però, presenta, com a mínim, tres dificultats<sup>10</sup>, a les quals ja hem fet referència de manera més o menys explícita. Com hem dit, *l'ètica aplicada no pot esdevenir una moral de la vida quotidiana*<sup>11</sup> ni una *casuística*, és a dir, no pot entrar a dictar prescripcions per a les situacions concretes. En tot cas això és una tasca que correspon als individus particulars. Les altres dues dificultats tenen a veure d'alguna manera amb la diversitat pròpia de les societats modernes. D'una banda, de la mateixa manera que no hi ha una única moral compartida per tots els éssers humans (i així existeixen morals cristianes, musulmanes, protestants, hindús i moltes més), la racionalitat de l'ètica tampoc aconsegueix un consens, és a dir, *no hi ha una sola ètica que sigui acceptada per tothom* (i tenim ètiques deontològiques, conseqüencialistes, comunitaristes, entre d'altres). Així doncs, quina opció hem de triar a l'hora d'articular la nostra aplicació de l'ètica? Aquesta és la segona de les dificultats. D'altra banda, la tercera dificultat està en la necessitat que l'ètica aplicada hagi de servir per orientar l'acció en diferents àmbits de la vida, els quals són prou diferents com perquè *no resulti senzill trobar el nexa d'unió que ens permeti parlar de l'ètica aplicada com d'una disciplina unificada*. Com es pot respondre a aquestes dificultats?

Certament, el nom no ajuda a evitar aquests esculls: el fet d'anomenar-la "ètica aplicada" suggereix, tal com molt bé assenyala Cortina<sup>12</sup>, que el mètode de funcionament de la disciplina és de tipus deductiu, és a dir, que a partir de certs principis, obtinguts prèviament, es dedueix l'aplicació a casos i àmbits concrets<sup>13</sup>. Però,

<sup>10</sup> CORTINA A., *Ética aplicada y democracia radical*, Op. cit., p. 167

<sup>11</sup> Veure nota 2 del present capítol.

<sup>12</sup> CORTINA A., *Ética aplicada y democracia radical*, Op. cit., p. 167

<sup>13</sup> És el que John D. Arras anomena *Casuística 1*: «arte de aplicar cualquier tipo de principios morales que se tengan a mano a los casos concretos».. ARRAS, J. D., *Common Law Morality*, Hastings Center Report, 1990, p. 20-35.

com hem vist, a diferència de les ètiques tradicionals, l'ètica avui no compta amb els principis universals d'una moral acceptada per tota la comunitat sobre els que treballar. Però és que, a més, la pretensió de l'ètica tampoc ha de ser la de deduir l'aplicació concreta de principis universals a casos particulars, sinó "*el disseny del marc d'aplicació*"<sup>14</sup>; és a dir, preparar el terreny amb una sèrie de valors, principis i procediments, per tal que els individus autònoms els tinguin en compte a l'hora de prendre les seves decisions morals.

El funcionament de l'ètica aplicada podria ser doncs inductiu? Si fos així, del que es tractaria no seria d'aplicar un principi descobert a priori, sinó de conjecturar certes màximes probables en base a la pròpia experiència en situacions concretes, que ens permetessin, a partir d'elles, actuar de forma racional en noves situacions concretes<sup>15</sup>. Aquest seria per exemple el cas dels "principis de la bioètica"<sup>16</sup>. Per Cortina, però, aquest mètode, tot i presentar innegables bons resultats, presenta també algunes insuficiències<sup>17</sup>. En realitat, els principis de la bioètica i qualsevol màxima descoberta en els diferents àmbits, sí que es fonamenten en un principi ètic universal. Aquest principi universal, però, no és un principi amb contingut, sinó procedimental. És el principi que, com veurem, es descobreix a l'etapa de fonamentació de l'ètica discursiva, el qual, a més, respon a una consciència moral situada en el nivell *postconvencional* del desenvolupament moral de Kohlberg<sup>18</sup>.

Del que es tracta doncs és d'aplicar -en el sentit d'orientar la decisió, i no de prendre-la directament, com hem insistit abastament- uns principis ètics, amb pretensió d'universalitat, que prèviament hagin estat fonamentats racionalment. Com hem dit, queden descartats els mètodes deductiu i inductiu. Així doncs, tenint en compte aquest necessari moment de fonamentació, així com els condicionants contextuais amb els que hem vist que es troba l'ètica avui i les dificultats que ha de vèncer a l'hora de ser

<sup>14</sup> CORTINA A., *Ética aplicada y democracia radical*, Op. cit., p.168

<sup>15</sup> El que es tipifica com a *Casuística 2*. CORTINA A., *Ética aplicada y democracia radical*, Op. cit., p. 168

<sup>16</sup> CORTINA, A., *El estatuto de la ética aplicada. Hermenéutica crítica de las actividades humanas*. Revista Isegoría, 0(13), 1996, p. 119-127

<sup>17</sup> *Ibid.*, p. 124

<sup>18</sup> Apel i Habermas utilitzen la teoria de l'evolució moral de Kohlberg per elaborar la seva pròpia teoria de l'evolució social. CORTINA, A., *El estatuto de la ética aplicada. Hermenéutica crítica de las actividades humanas*, Op. cit. P. 133; CORTINA, A., *Ética de la Sociedad Civil*, Madrid, Anaya/Alauda, 1994. Sobre tot cap. 7. Segons la teoria del desenvolupament moral de Kohlberg, en l'estadi *convencional*, l'individu identifica les normes morals correctes amb les pròpies de la seva comunitat. Amb el pas al nivell *postconvencional*, l'individu distingeix entre normes convencionals (de la seva comunitat) i principis universals de justícia, la qual cosa li permet criticar les normes de la seva comunitat. KOHLBERG L., *Moral Stages: Current formulation and a response to critics*, s. Karger, 1983



aplicada, sembla que l'anomenada "ètica discursiva" podria obrir una via per a una aplicació de l'ètica en l'època contemporània, tal com justificarem a continuació.

## 4.2 Ètica discursiva

L'ètica del discurs o *ètica discursiva*<sup>19</sup> va ser teoritzada per K.O. Apel i per J. Habermas als anys setanta del segle passat. Ambdós parteixen de la convicció de que és possible, i necessari, fonamentar transcendentalment allò moral. De fet consideren aquesta la tasca central de l'ètica, com a filosofia pràctica que és. És per tant la seva una postura *cognitivista*, perquè postula que és possible conèixer els principis de l'acció moral. Aquest interès en trobar els principis morals es basa en una preocupació per la correcció de les normes que han de seguir les nostres accions. És a dir, per saber si una norma és correcta ens cal tenir un criteri de correcció, un principi al qual la norma, per ser correcta, s'hauria d'ajustar. A més, un principi com aquest ha de tenir validesa general, no es pot anar adaptant a les peculiaritats de cada cas concret o de cada àmbit de la vida. L'ètica doncs, des d'aquest punt de vista, ha de ser *universalista*. Per altra banda, en la distinció, convertida en disjuntiva, entre *el que és bo* i *el que és just* a l'hora de buscar un fonament racional per allò moral, l'ètica del discurs, com la mateixa ètica kantiana, pren part per la justícia. Això la fa una ètica *deontològica*. La condició per a què una acció sigui moral, recau en el fet que la màxima que segueix aquesta acció sigui justa, i només ho serà si s'ajusta a una llei moral. En el cas de l'ètica kantiana, una llei moral, per tal de ser justa, ha de superar una sèrie de requisits: ha de ser *universalitzable*; ha de ser pensada tenint en compte que els homes són *fins en si mateixos* i no mitjans que poden ser utilitzats per altres fins; i en definitiva, han de poder ser vàlides en un món en el que tots els afectats per la llei puguin ser, alhora, legisladors, és a dir, han de poder ser vàlides en un ideal "*regne universal dels fins*"<sup>20</sup>. Per Kant, el subjecte autònom ha de donar-se aquestes normes a través de la raó transcendental.

<sup>19</sup> Tant Apel com Habermas han anomenat aquesta ètica amb diferents noms: "ètica dialògica", "ètica comunicativa", "ètica de la responsabilitat solidària", "ètica discursiva", sent aquesta darrera denominació la que s'ha imposat més abastament. CORTINA, A., *La ètica discursiva*, a CAMPS, V., ed., *Historia de la ética* Vol. 3, Crítica, Barcelona, 2008. P. 537

<sup>20</sup> KANT, I., *Fundamentación para una metafísica de las costumbres*, Alianza Editorial, Madrid, 2002. P. 122 [A 75].

En l'ètica discursiva, el transcendental passa de ser el "jo penso" monològic kantian, a ser un "nosaltres argumentem" dialògic<sup>21</sup>. Així es respon a les noves exigències de diversitat i universalitat en els diferents àmbits, alguns d'ells relacionats amb novetats tecnològiques, a les que, com hem vist més amunt, una ètica d'avui ha de donar respostes. En paraules d'Adela Cortina:

*"Sólo una ética racional de principios, una ética de mínimos universales, da cuenta de ese también mínimo de intersubjetividad y unidad que requiere una sociedad compleja para responder cooperativamente a los retos que se le plantean, y entre los que no es el menor la falta de respeto por la diversidad."*<sup>22</sup>

Per Kant, la idea de "persona" es vincula a una "raó" que té la capacitat d'autolegislar, és a dir, de ser autònoma a l'hora de constatar monològicament la correcció universal de les seves màximes d'acord amb la llei moral. Això li confereix a la persona l'estatut de *fi en si mateix*. Per la raó discursiva, en canvi, la "persona" es connecta amb una *competència comunicativa* que només es pot completar dialògicament. La condició de *persona*, així entesa, consisteix doncs en un dret a no ser privat, com a *interlocutor vàlid*, de la possibilitat de defensar les pròpies pretensions racionals mitjançant el diàleg.

Aquesta via de fonamentació fa de l'ètica discursiva una ètica deontològica, perquè, com hem dit abans, té per objecte de reflexió la correcció de les normes i no qüestions relacionades amb cap idea de bé, de felicitat o de "vida bona". En aquest sentit estaria en la mateixa línia que l'ètica de Kant. En el que s'allunya, però, de la kantiana, és en que, en la fonamentació de l'ètica discursiva, *"el moment deontològic ho és per teleològic"*<sup>23</sup>, perquè aquest criteri de correcció de les normes en base al llenguatge té en compte que la finalitat (*télos*) del llenguatge és entre altres, arribar a entendre's. L'imperatiu ho és en raó de la finalitat que estem buscant, i no de forma absoluta. Així doncs, en el mateix principi al que arribem es troba implícit el conseqüencialisme. D'alguna manera, la raó comunicativa compta amb la mediació de la raó estratègica, per la que sí que compten les conseqüències.

<sup>21</sup> CORTINA A., *Ética aplicada y democracia radical*, Op. cit. P. 170.

<sup>22</sup> CORTINA, A., *La ética discursiva*, a CAMPS, V., ed., *Historia de la ética* Op. Cit., p. 535.

<sup>23</sup> *Ibid.* P. 545.

De fet, segons Cortina<sup>24</sup>, l'enfrontament entre ètiques deontològiques i teleològiques ha anat patint un desplaçament cap a un altre tipus de dialèctica, la que es dona entre ètiques *substancialistes* i ètiques *procedimentalistes*. Així, l'ètica discursiva s'alinea amb les ètiques procedimentalistes, perquè no ens dona un contingut, sinó un procediment. El criteri per saber si una norma és correcta (justa) és que en l'elaboració de la norma s'hagi seguit el procediment adequat. Si ha sigut així, la norma serà justa. I en el cas de l'ètica que ens ocupa, el procediment és el que marca el principi que exigeix que tots els éssers dotats de competència comunicativa siguin reconeguts com a *interlocutors vàlids* en un diàleg sobre les normes que els afecten.

Així doncs, aquest principi procedimental de l'ètica discursiva, segons una de les formulacions d'Apel queda així:

*"Todos los seres capaces de comunicación lingüística deben ser reconocidos como personas, puesto que en todas sus acciones y expresiones son interlocutores virtuales, y la justificación ilimitada del pensamiento no puede renunciar a ningún interlocutor y a ninguna de sus aportaciones virtuales a la discusión"*<sup>25</sup>.

O segons Habermas:

*"Sólo pueden aspirar a ser válidas aquellas normas de acción con las que podrían estar de acuerdo todos los posibles afectados como participantes en un discurso práctico"*<sup>26</sup>.

Com ja havíem avançat, la persona, en tant que disposa de competència comunicativa, es presenta aquí com un interlocutor vàlid, que com a tal, ha de ser reconegut pels seus iguals, les altres persones (també interlocutors vàlids) que pertanyen a la comunitat de parlants. Cap interlocutor vàlid pot ser exclòs en un suposat diàleg sobre normes (és a dir, un discurs pràctic) que l'afecten. Aquest seria doncs el criteri procedimental, el principi que ha de complir una norma per tal de ser considerada vàlida.

Aquesta és, a grans trets, la conclusió a la que arriba l'ètica discursiva en la seva tasca de fonamentar allò moral, i per al propòsit del present treball, no cal anar gaire més lluny, per no desviar-nos més del nostre objectiu.

<sup>24</sup> Ibid. P. 553.

<sup>25</sup> APEL, K. O., *La transformación de la filosofía*. II, p. 380-381

<sup>26</sup> HABERMAS, J., *Conciencia moral y acción comunicativa*; Edicions 62, Barcelona, 1985, p. 86.

### 4.3 Ètica (discursiva) aplicada

A partir d'aquí trobem una de les discrepàncies més importants entre Apel i Habermas. Acabem de veure que ambdós estan d'acord en que hi ha una missió *fonamentadora* en l'ètica i que, de fet, aquesta és la seva tasca central: fonamentar allò moral, és a dir, descobrir les bases racionals de la moralitat que ens permetin entendre què vol dir que una norma sigui correcta. Però mentre que Habermas considera que la comesa de l'ètica arriba fins aquí, és a dir, a la fonamentació racional de la dimensió normativa de la moral, que ens capacita per al judici sobre la "correcció" de les normes, Apel en canvi distingeix entre aquesta etapa de fonamentació, que ell anomena *Part A* i una *Part B*, que consistiria en el disseny del marc de principis racionals que ens permetin una aplicació del principi detectat a la part A. Si la part A està presidida per la idea de fonamentació, la part B ho està per la idea de responsabilitat.

Un cop descobert el principi ètic, el fet d'aplicar-lo *sempre* als contextos concrets sense tenir en compte les conseqüències de fer-ho, constituïria, segons Apel, una irresponsabilitat. Això és així perquè certament, a la vida real, les comunitats de parlants no són ideals. Per altra banda, aplicar directament el principi, el convertiria en un imperatiu moral que dirigiria directament les nostres accions. Així doncs cal una mediació de la racionalitat estratègica, per tenir en compte les conseqüències i efectes col·laterals en l'aplicació del principi basat en la racionalitat comunicativa que hem descobert en la fase de fonamentació. Ha de ser així sempre i quan pretenguem dues metes: la conservació del subjecte parlant i la dels que depenen d'ell i, si això no és possible, intentar que es donin les condicions (materials i culturals) perquè algun dia sigui possible una comunitat ideal de comunicació, en la que el fet de comunicar-se no tingui conseqüències desastroses. La comunitat ideal de comunicació fa el paper d'ideal regulatiu. No sabem si mai serà possible però cal (moralment) perseguir-lo. D'aquesta manera, l'imperatiu ètic dialògic, en comptes d'obligar-nos a actuar sempre com si fóssim membres d'una comunitat ideal de comunicació, el que ens demana és que les nostres accions vagin encaminades a posar les bases, en la mesura del possible, per a una comunitat ideal de comunicació<sup>27</sup>. Com diu Cortina, aquest interès en aplicar el principi ètic que sorgeix de la raó comunicativa amb la mediació de la raó

<sup>27</sup> CORTINA A., *Ètica aplicada y democracia radical*, Op. cit., p. 172-173

estratègica, confereix a l'ètica discursiva una innegable dosi de realisme, necessària per fer-la aplicable actualment a àmbits tan importants com el de la política, l'economia o la violència.

Tot i això, ens adverteix la filòsofa valenciana, aquesta mediació de la racionalitat estratègica no és adequada per a tots els àmbits, com el de la bioètica, en els que seria més adequat un tipus de reflexió més basada en una racionalitat prudencial. Aquesta puntualització resulta especialment interessant per a la nostra investigació, ja que la bioètica és un camp molt relacionat amb l'àmbit que estem tractant en aquest treball, les noves tecnologies, i en concret, la nanotecnologia.

A més, en aquells camps en els que la racionalitat estratègica sí que resulta un factor important, no pot ser l'únic, perquè, per sí sol no ens diu res sobre l'axiologia específica dels àmbits concrets dels que estiguem parlant.

Per altra banda, en opinió de Cortina, la distinció *apeliana* entre Part A i Part B de l'ètica, podria fer-nos pensar que del que es tracta és de descobrir primer un principi (a la Part A) i de dissenyar després un marc (a la Part B) per aplicar-lo a casos concrets; quan en realitat del que es tracta és de detectar, directament en els propis àmbits, el principi ètic comú de rerefons que hi ha a tots ells, i entendre les diferents maneres com es modula a cadascun<sup>28</sup>.

Per aquestes raons, la proposta que fa Cortina per estructurar l'ètica aplicada, i que nosaltres seguirem, és la d'una *hermenèutica crítica*, que dóna compte de la circularitat que implica una aplicació de l'ètica que tracta de descobrir el principi comú present al rerefons dels mateixos àmbits (cadascun amb la seva peculiar modulació) en els que després s'haurà d'aplicar<sup>29</sup>.

#### **4.3.1 Ètica aplicada com a hermenèutica crítica de les activitats humanes**

Com acabem de dir, l'estructura de l'ètica aplicada, tal com la planteja Adela Cortina<sup>30</sup>, respon a la circularitat pròpia d'una *hermenèutica crítica*, ja que tracta de detectar un

---

<sup>28</sup> CORTINA, A., *El estatuto de la ética aplicada. Hermenéutica crítica de las actividades humanas*, Op. cit., p. 127

<sup>29</sup> CORTINA A., *Ética aplicada y democracia radical*, Op. cit., p. 174

<sup>30</sup> CORTINA, A., *El estatuto de la ética aplicada. Hermenéutica crítica de las actividades humanas*, Op. cit. P. 128

principi ètic, tot interpretant com es modula en l'àmbit concret que s'estigui estudiant. En aquest cas el principi és el de l'ètica discursiva, que parla de l'obligació de reconèixer totes les persones afectades per una norma com a interlocutors vàlids. Com ja hem dit, la idea no és ni *deduir* com s'aplica un principi general als casos concrets, ni fer una *inducció* de màximes a partir de situacions particulars viscudes, sinó “descubrir en los distintos ámbitos la peculiar modulación del principio común. Cada campo tiene una innegable especificidad y por eso hay una melodía común a ellos, pero expresada en muy diferentes versiones. Atender tanto a la melodía como a las versiones es imprescindible y eso es lo que nos obliga a practicar la interdisciplinariedad.”<sup>31</sup>

Per dur a terme aquest programa, Cortina passa per dos moments: el moment “kantià” i el moment “aristotèlic”, les seves particulars part A i part B de l'ètica aplicada.

El moment que ella anomena “kantià”, és el del marc deontològic, en el qual deixa clara la necessitat de buscar una complementarietat entre les diferents teories ètiques tradicionals per tal de trobar aquest principi, aquesta *melodia comuna* que hi ha darrera de tots els àmbits d'aplicació de l'ètica. Cal superar les dicotomies entre ètiques deontològiques i teleològiques, entre ètiques de la convicció i de la responsabilitat o entre ètiques procedimentalistes i substancialistes, tot buscant un tercer pol que les resolgui. Per fer-ho cal tenir en compte els diversos models d'ètica, cadascun en el moment oportú, amb l'eix de l'ètica discursiva fent el rol de pol coordinador. I l'ètica del discurs pot fer perfectament aquesta tasca, perquè es fonamenta en l'acció comunicativa i l'argumentació, que són, precisament, allò que coordina la resta d'activitats de l'home:

*“la idea de sujeto como interlocutor válido configura el trasfondo melódico común a todas las esferas, ya que en todas ellas es, en último término, el afectado quien está legitimado para exponer sus intereses y lograr que sean tenidos en cuenta los universalizables.”*<sup>32</sup>

Per altra banda, en el moment “aristotèlic” el que es tracta d'explicar és com és possible descobrir la modulació del principi al que hem arribat en cada àmbit, és a dir, com s'expressa la melodia en les diferents versions, per seguir amb la metàfora de Cortina.

<sup>31</sup> Ibid. P. 128

<sup>32</sup> CORTINA A., *Ética aplicada y democracia radical*, Op. cit., p. 176

Cada camp de l'ètica aplicada presenta màximes i valors específics, a través dels quals es fa present aquest reconeixement de tots els interlocutors vàlids. Però, com ens ho fem per identificar aquestes màximes i valors?

La solució no pot venir de la mà de les ètiques individuals tradicionals, que com hem vist, no tenen respostes per a una època en la que la bona voluntat dels individus no és suficient per evitar unes conseqüències desastroses per al col·lectiu. Per fer-ho cal doncs deixar de pensar des de les accions individuals i començar a pensar en les accions col·lectives que es realitzen en el marc d'un àmbit determinat. I això passa per introduir la moral a les institucions i les organitzacions. Però no només actuant directament sobre elles sense tenir en compte que les institucions, al cap i a la fi, les fan les persones, amb les seves llums i les seves ombres, i amb la seva autonomia.

Efectivament, en tots els camps de l'ètica aplicada (sanitat, biotecnologia, ecologia, economia, empresa, periodisme, política, professions) calen institucions que els governin, però abans d'això, s'han de reconèixer com a *activitats socials*. Aquesta és l'arrel comuna de totes aquestes activitats: que estan basades en la interacció entre subjectes humans, entre *interlocutors vàlids*, és a dir, que són socials. Així, les activitats socials esdevenen l'objecte d'estudi de l'ètica aplicada. Resta analitzar quina és l'estructura moral d'aquestes activitats socials, la qual cosa ens portarà a l'estructura de l'ètica aplicada.

#### **4.3.1.1 Estructura moral de l'activitat social i estructura de l'ètica aplicada**

Tal com ho planteja Cortina, l'estructura moral d'una activitat social en una societat moderna queda definida per cinc aspectes que cal tenir presents: 1) les metes socials per les que l'activitat pren sentit en una societat moderna; 2) els mecanismes adequats per assolir-les; 3) el marc jurídic-polític corresponent; 4) la moral cívica assolida per la societat en qüestió i 5) el que exigeix una moral crítica, tal com ho planteja el principi de l'ètica discursiva. L'ètica aplicada haurà de tenir en compte tots aquests aspectes, si no vol fracassar en el seu intent de trobar la modulació particular del principi universal en cada activitat.

Una activitat concreta, també en el cas de les activitats socials, pren sentit pel fet de perseguir unes determinades finalitats específiques, el *per a què* de l'activitat, és a dir, els seus *béns interns*, que són característics de l'activitat<sup>33</sup>. Però per tal de dur a terme l'activitat en vistes a aquests béns interns, no podem actuar de qualsevol manera, caldrà desenvolupar uns certs hàbits o, en termes aristotèlics, unes *virtuts* pròpies de l'activitat. Qui vulgui realitzar aquesta activitat, no pot triar quins són els seus béns interns, perquè aquests ja estan definits per l'activitat. Quan algú practica una activitat sense perseguir els seus béns interns, és a dir, quan persegueix unes finalitats que no són les específiques d'aquella activitat, el que està fent en realitat és corrompre l'activitat. Podríem trobar exemples de corrupció en molts camps, essent un dels més clars el de la política.

La qüestió és que qui vulgui dedicar-se a la política no pot triar la meta que vulgui, com per exemple fer-se ric mitjançant l'activitat política, ja que el bé comú dels ciutadans és la finalitat intrínseca d'aquesta activitat i la que li dóna sentit i legitimitat. En paraules de Cortina: "*Quien ingresa en una de estas actividades no puede proponerse una meta cualquiera, sino que ya le viene dada y es la que presta a su acción sentido y legitimidad social.*" Per tant, "*(...) dentro de ese ámbito «deliberamos sobre los medios», como afirma Aristóteles, no sobre los fines o bienes últimos, porque éstos ya vienen dados*". Així doncs, quan s'ingressa en una activitat social, no es pot discutir el *què* es persegueix (sense considerar ara la seva legitimitat), perquè ja ve donat, però sí el *com* es persegueix, és a dir quines són les virtuts i valors més adequats i, de fet necessaris, per tal d'assolir la finalitat de l'activitat.

D'aquesta manera una activitat social quedarà definida pels béns intrínsecs específics que persegueix, pels valors que aquests béns impliquen i per les virtuts que es necessiten per assolir-los. Així doncs la tasca de l'ètica aplicada a una activitat concreta estarà centrada en la deliberació sobre els mitjans que hem de fer servir per arribar als fins de l'activitat, és a dir, sobre quins valors i quines virtuts és necessari cultivar per dir que s'està fent moralment bé aquesta activitat, o sigui, per assolir la seva finalitat.

<sup>33</sup> Cortina pren aquesta concepció aristotèlica per parlar de les activitats socials de MacIntyre, concretament de la concepció de "pràctica" o "praxis" a la seva obra "*Tras la virtud*". CORTINA, A., *El estatuto de la ética aplicada. Hermenéutica crítica de las actividades humanas*, Op. cit., p. 130.



Aquest esquema aristotèlic, que ens parla de béns intrínsecs, de valors i de virtuts, seria vàlid per a les activitats humanes, individuals i socials, sent aquestes darreres l'objecte del nostre interès ara mateix. Cortina ens dóna alguns exemples d'aquestes activitats socials amb els seus respectius béns intrínsecs: així, "*podríamos decir que el bien interno de la sanidad es el bien del paciente; el de la empresa, la satisfacción de necesidades humanas con calidad; el de la política, el bien común de los ciudadanos; el de la docencia, la transmisión de la cultura y la formación de personas críticas; el de las biotecnologías, la investigación en pro de una humanidad más libre y feliz.*"<sup>34</sup> En què consisteixen exactament el bé o la felicitat són qüestions que en les societats modernes pluralistes, com ja hem dit, formen part de la consciència de tots els afectats, sent com són, interlocutors vàlids.

Aquest punt, tot i ser potser el més significatiu en la caracterització de l'activitat social, no ens ha de fer deixar de banda altres aspectes. Una empresa, per exemple, ha de considerar el mercat, la competència o l'obtenció de benefici com a mecanismes propis de la nostra societat. L'ètica no pot deixar de considerar els mecanismes propis de la societat en la que es realitza l'activitat. En aquest moment és quan la racionalitat estratègica pren rellevància per tal d'adequar de la millor manera possible els mitjans als fins que es volen aconseguir, tot evitant convertir els mitjans en fins, la qual cosa ens portaria a una activitat "*desmoralitzada*"<sup>35</sup>.

També cal atendre al *marc legal* de la societat. Tanmateix, com és sabut, complir les lleis és una condició necessària però no suficient, perquè la moral va més enllà de la llei vigent. Per això cal considerar també el que anomenem *ètica cívica*. Per ètica cívica s'entén el conjunt de valors compartits pel conjunt dels ciutadans dins d'una societat, com pot ser el fet de respectar els drets humans, la llibertat, la igualtat, la solidaritat, la tolerància o el pluralisme<sup>36</sup>. Així, l'ètica d'una activitat ha de ser compatible amb els continguts l'ètica cívica.

Però el nivell de moralitat de l'ètica cívica no resulta sempre suficient en les modernes societats plurals. Per això, i acceptant el fet que la consciència moral en aquestes societats hagi assolit el nivell postconvencional del desenvolupament moral, tal com

<sup>34</sup> CORTINA, A., *El estatuto de la ética aplicada. Hermenéutica crítica de las actividades humanas*, Op. cit., p. 130-131

<sup>35</sup> Sobre la noció de moral com a capacitat per enfrontar la vida en front a la "desmoralització", veure CORTINA, A., *Ética aplicada y democracia radical*, Op. cit., p. 178.

<sup>36</sup> CORTINA, A., *El estatuto de la ética aplicada. Hermenéutica crítica de las actividades humanas*, Op. cit., p. 264.

accepten Apel i Habermas<sup>37</sup>, cal recórrer a una *moral crítica*, la qual ens ha d'indicar un procediment vàlid amb el qual decidir quins valors i drets han de ser *racionalment respectats*. Aquest procediment racional va més enllà del que ens diuen la legislació vigent i l'ètica cívica, les quals poden ser posades racionalment en dubte. Donat el principi dialògic, al que havíem arribat a l'etapa de fonamentació, aquest procediment implica que qualsevol activitat, per ser legítima, ha de reconèixer tots els afectats per les normes de l'activitat com a interlocutors vàlids. Això comporta considerar que només seran vàlides aquelles normes que podrien ser acceptades per tots ells en un diàleg racional.

#### **4.3.1.2 Sobre les decisions concretes**

Aquest seria doncs el marc de l'ètica aplicada, que consta, com hem vist, d'un moment deontològic, que obliga a tenir en consideració tots els afectats com a interlocutors vàlids, i d'un moment aristotèlic, en el qual, descobrim la modulació del principi dialògic en cada activitat social, atenent a l'estructura moral de les activitats socials. Aquest marc però, només orienta a l'hora de prendre decisions en situacions concretes, les quals, com hem dit, hauran de ser preses sempre directament pels afectats. Per fer-ho, aquests poden comptar amb experts i eines, com ara els codis ètics específics de cada activitat, que els ajudin a valorar les conseqüències de les diferents opcions entre les que s'estigui decidint, però sent sempre els propis afectats els que, en darrer terme, prenguin les decisions, després d'un diàleg racional en el qual apareixeran criteris procedents de diferents teories ètiques i no només de la deontològica i la aristotèlica.

S'haurà de tenir en compte quina és l'activitat i la seva meta, i les virtuts i valors necessaris per assolir-la. També serà necessari conèixer les dades de la situació, descrita de la manera més acurada possible, i per últim, però no per això menys important, també s'hauran de valorar les conseqüències de cada alternativa. La dimensió conseqüencialista resulta també indispensable doncs, en els processos de presa de decisions en situacions concretes a les diferents activitats socials, tot i que delimitada pel principi de l'ètica discursiva.

---

<sup>37</sup> Veure nota 16 del present capítol.

#### 4.4 Estructura de l'ètica aplicada

Així doncs, en base a aquesta estructura moral de les activitats socials, cabria ara articular l'estructura de l'ètica aplicada, que ens orientarà a l'hora de dissenyar una ètica aplicada a una activitat humana determinada. Els elements, en forma de passos a seguir, d'aquesta estructura són els següents:

- Cal determinar quina és la meta, el *bé intern* específic de l'activitat, per la qual aquesta pren sentit i es legitima socialment. Si aquest bé intern canvia, aleshores és necessari posar novament en qüestió la legitimitat de l'activitat.
- Cal esbrinar quins *valors i virtuts* és necessari cultivar per assolir els béns interns de l'activitat.
- Cal tenir presents també els *mecanismes específics* de la societat en la que es desenvolupa l'activitat, per tal d'arribar als fins de la mateixa. En aquest pas pren rellevància l'estratègia, que ens ha de portar a utilitzar de manera òptima els mitjans per als fins que volem assolir. Ho hem de fer però, evitant el perill que els mitjans es converteixin en fins.
- Cal tenir en compte el *marc jurídic* de la societat on es porta a terme l'activitat. Que en el camí cap als seus béns interns, una activitat ha de tenir presents i respectar les lleis de la societat en la que es desenvolupa, és un factor que resulta evident, però no per això hem de deixar de recordar-ho. En una democràcia això implica atènyer-se a la constitució de cada país i a la legislació complementària. La llei, però, no ho contempla mai tot i, en una democràcia moderna, ha de ser dinàmica i reinterpretada històricament. Per això i perquè tampoc és convenient una legislació que reguli minuciosament tots els àmbits de la vida, complir la llei no és suficient.
- Per aquesta raó, cal atendre també a certes instàncies morals. En primer lloc cal tenir en compte l'*ètica civil* de la societat, és a dir, la consciència cívica assolida per la comunitat, constituïda pels drets i valors reconeguts i compartits pels individus de la comunitat. En aquesta categoria entrarien els drets humans, la llibertat, la igualtat, la solidaritat, la tolerància o el pluralisme. La interacció que es produeix entre l'ètica cívica i l'ètica de l'activitat no fa possible prescindir de cap de les dues sense deslegitimar l'activitat. La legitimitat social d'una activitat

s'obté quan assoleix els béns que s'esperen d'ella, però tot respectant alhora els drets i valors que la comunitat accepta i comparteix. Però sovint això encara no és suficient i cal esbrinar també quins drets i valors han de ser *racionalment respectats*, més enllà de la legalitat vigent i de l'ètica cívica. Això ens du a apel·lar a una *moral crítica* que ens indiqui un procediment vàlid amb el qual decidir quins són aquests valors i drets que han de ser racionalment respectats. Això passa pel principi universal que havíem descobert: el reconeixement de tots els afectats per les normes del camp que estiguem estudiant com a interlocutors vàlids, la qual cosa comporta admetre que només seran vàlides aquelles normes que podrien ser acceptades per tots ells en un diàleg racional.

- Cal, finalment, deixar la presa de decisions en mans dels afectats, els quals podran recórrer a eines d'assessoria que els ajudin a valorar les conseqüències de les seves decisions, per tal de decidir d'una manera el més informada i responsable possible.

Per elaborar l'ètica aplicada d'una activitat humana hauríem de seguir aquests passos, que inclouen, com hem vist, la presa de decisió per part dels afectats, els quals han d'avaluar les conseqüències i respectar el marc ètic definit en els passos previs. Passarem doncs a proposar les bases del que hauria de ser una ètica aplicada de les nanotecnologies.

#### 4.5 Ètica aplicada de les nanotecnologies

En els capítols anteriors hem assenyalat quines són les condicions per fixar el marc de la reflexió entorn als aspectes d'ordre ètic que poden aflorar en un món en el que la nanotecnologia estigui en plena vigència, com una part, nova o no, de la realitat tecnològica. Concretament en el capítol 3 hem reflexionat sobre si era adequat considerar les nanotecnologies com a àmbit amb entitat pròpia, és a dir, si la podem considerar una *activitat social* diferenciada de la resta d'activitats tecnològiques. Hem proposat un enfocament epistemològicament realista per definir les nanotecnologies en base al que hem considerat que era la seva essència; un enfocament que considerem apropiat per al nostre objectiu de reflexió ètica. Un cop fet això i no abans, podem començar a intentar identificar els fets morals dels que ens hauríem d'ocupar.

Un cop acceptat que la nanotecnologia forma part de la realitat, independentment de si la considerem una novetat o una part indiferenciada de la resta de la tecnologia, la pregunta ètica no és tant si hem de tancar la porta al seu desenvolupament, sinó més aviat com ha de ser aquest desenvolupament. En funció de les decisions que prenguem en aquest sentit, aquest desenvolupament ens pot portar a escenaris més o menys desitjables. La reflexió ètica de la que hem estat parlant durant tot el treball consistirà, en definitiva, en pensar quins són escenaris previsibles i entre aquests, quins són els més desitjables. Només si posseïm una idea clara de les nostres metes, podrem prendre decisions amb sentit sobre els camins adequats per assolir-les. És una qüestió de fins i de mitjans, sobretot, de no confondre els uns amb els altres.

Un dels punts de partida de la proposta que presentem és reconèixer que una sola teoria ètica no és suficient per abordar tot el ventall de qüestions ètiques que poden sorgir de les nanotecnologies, atesa la diversitat de camps en els que aquestes tecnologies poden actuar. Ni un càlcul cost/benefici utilitarista, ni cap principi deontològic, ni cap virtut poden donar compte de tots ells per si sols. En tot cas, aquests models poden ser adequats per ajudar a resoldre alguns dels dilemes als que probablement ens haurem d'enfrontar, però si del que es tracta és proposar una via general per a les nanotecnologies com un tot, haurem de recórrer a algun tipus d'articulació de tots ells. La intenció doncs, és conjugar diferents teories ètiques per mirar de resoldre, de la manera més adequada les diferents dificultats que, des del punt de vista ètic, se'ns puguin presentar.

Aquest reconeixement, d'alguna manera, ja està implícit en les postures analitzades al capítol 2, que consisteixen, tal com s'indica en el mateix capítol, en articulacions de diferents principis. De tota manera, aquestes articulacions pivoten clarament sobre uns eixos molt marcats, un plantejament deontològic amb el principi de precaució al centre, en el cas europeu, i l'anàlisi cost/benefici i el principi d'equivalència substancial, en el cas nord-americà. A més, tal com també assenyalem al capítol 2, el CEST defineix l'actitud canadenca com més propera a la dels EUA, tot i reconeixent que seria escaient adoptar alguns elements del plantejament europeu.

D'una manera similar a la dels enfocaments analitzats, la nostra proposta aniria, com hem dit, en la línia de reconèixer la incapacitat d'una sola teoria ètica per abordar un tema tan divers com és el de les nanotecnologies. Aquesta proposta s'articula entorn al que creiem un enfocament adequat per al context actual, el del pluralisme d'un món cada dia més interconnectat i marcat per l'emergència de les noves tecnologies, les quals no es poden considerar, com hem vist, de manera aïllada, sinó més aviat com a convergents i interdependents.

En la primera part del present capítol hem esbossat les línies generals d'una ètica discursiva de voluntat universalista, la qual, com hem vist, constitueix el model d'ètica contemporània que aconsegueix coordinar la resta de tradicions ètiques a l'hora d'articular una ètica aplicada per a una activitat.

A continuació fixarem les bases del que podria ser una *ètica aplicada de les nanotecnologies*, la qual s'articularà a partir de la definició epistemològicament realista que hem proposat anteriorment, tot seguint l'estructura d'ètica aplicada que acabem de descriure.

#### **4.5.1 Bases per a una ètica aplicada de les nanotecnologies<sup>38</sup>**

##### *1. Determinar els béns intrínsecs de l'activitat*

El primer pas consisteix en determinar quina és la meta, el *bé intern específic* de l'activitat, per la qual aquesta activitat pren sentit i es legitima socialment. Prèviament haurem hagut de definir quina és l'activitat a la qual ens estem referint, en aquest cas l'activitat nanotecnològica. Tal com l'hem definit, la "nanotecnologia" comprendrà *el conjunt d'aquelles entitats (activitats, aplicacions, objectes o materials) que responguin a la cadena causal que té el seu inici en el fet que els àtoms superficials superin en nombre els àtoms massics, passa pels efectes quàntics associats i que prenen rellevància amb aquest fet, i acaba en l'aparició de discontinuïtats en determinades propietats observables i utilitzables<sup>39</sup>*. L'activitat nanotecnològica doncs, serà aquella activitat relacionada d'alguna manera amb aquestes entitats.

---

<sup>38</sup> Tal com queda clar al títol del capítol, el que es pretén en aquest apartat no és la completa elaboració d'una ètica aplicada de les nanotecnologies, sinó tan sols proporcionar una base sobre la qual completar aquesta elaboració.

<sup>39</sup> Veure Capítol 3.

Respecte a la determinació dels *fins intrínsecs* de l'activitat nanotecnològica, podem començar per recuperar la idea de les *definicions teleològiques*<sup>40</sup>. Aquest tipus de definicions relaciona el fet de ser nanotecnològic amb determinades finalitats previstes per la nanotecnologia, i posa com a criteri de discriminació el fet de contribuir a assolir aquestes finalitats. Entre les finalitats assenyalades es troben determinats valors generals, com ara la salut, la seguretat o el benestar; o bé valors relatius, com ara "més petit", "més fort", "més resistent", "més eficient" o "més barat". En qualsevol cas, i seguint amb el raonament aristotèlic<sup>41</sup>, hem de considerar aquestes finalitats, no tant com a béns intrínsecs últims de les nanotecnologies, sinó com a béns intermedis que serveixen per a un bé intrínsec superior. Aquest *bé superior* el podem buscar també en els *beneficis* que fan preveure les nanotecnologies<sup>42</sup>, els quals estan relacionats amb les finalitats intermèdies que acabem de veure. No en va, "benefici" significa el "bé que fa alguna cosa" (*bene facere*).

Així doncs, no sembla una mala opció cercar els *béns que han de fer* les nanotecnologies en els seus suposats beneficis. Com hem vist al Capítol 1, entre els beneficis que es preveuen per les nanotecnologies hi ha la resolució de problemes que pateix la humanitat, ja sigui millorant la salut, proveint una energia més neta i de manera més eficient, facilitant unes condicions de vida més confortables, millorant les vies de comunicació i informació, o reduint la pobresa. Però quan una acció o una activitat busca aquest tipus de beneficis, en realitat el que persegueix és *aconseguir crear les condicions adequades de benestar per tal que la humanitat en el seu conjunt pugui viure una vida més lliure i feliç*. Amb això no estem plantejant una substanciació de la felicitat humana que consisteixi en algun o en la totalitat d'aquests beneficis. El que diem és que aquests beneficis, com a béns intermedis, pretenen posar o facilitar unes condicions que millorin les possibilitats de la humanitat per ser més lliure i feliç. Si recordem la finalitat intrínseca que Adela Cortina assignava a les biotecnologies ("*la investigació en pro d'una humanitat més lliure i feliç*"<sup>43</sup>), veiem que coincideix amb el que acabem d'enunciar per les nanotecnologies. No és estrany, donat que nanotecnologies i

<sup>40</sup> Veure Capítol 3.

<sup>41</sup> ARISTÓTELES, *Ética Nicomáquea*, Biblioteca Clásica Gredos, RBA, Barcelona, 2007, Libro I.

<sup>42</sup> Veure Capítol 1.

<sup>43</sup> CORTINA, A., *El estatuto de la ética aplicada. Hermenéutica crítica de las actividades humanas*, Op. cit., p. 130-131

biotecnologies, junt amb altres noves tecnologies, comparteixen moltes coses i, com hem dit en un altre lloc, convergeixen en el camí cap a una finalitat comuna.

Per altra banda, també hem parlat de la condició “facilitadora” (*enabling*) de les nanotecnologies, és a dir, la seva capacitat per possibilitar i potenciar altres tecnologies i portar-les més enllà dels seus límits actuals.

Tot això ens dóna algunes claus per saber quin és el bé intern que haurien de perseguir les nanotecnologies, el qual es podria formular de la següent manera: *aconseguir, ja sigui directament o com a facilitadora d'altres tecnologies, crear les condicions adequades de benestar per tal que la humanitat en el seu conjunt pugui viure una vida més lliure i feliç.*

Hem formulat el que creiem que pot ser el bé intrínsec de l'activitat nanotecnològica, aquell fi específic que li dóna sentit i la legitima socialment, que era el que es pretenia en aquest primer pas.

## 2. Identificar els valors i virtuts que ens permeten assolir el bé intern de l'activitat

Si del que es tracta és d'esbrinar quins són els valors i virtuts que és necessari cultivar per tal d'assolir els béns interns de l'activitat, cal disposar d'algun grau de coneixement de l'activitat i del seu funcionament. Només si sabem com funciona un martell podem fer-nos una idea de quines són les virtuts que ha de tenir el martell per assolir la finalitat per a la qual ha estat dissenyat. Els qui coneixen millor una activitat són aquells que la realitzen i que són reconeguts per la seva experiència i habilitat per dur a terme aquesta activitat, és a dir, els *experts*. En el cas de l'activitat nanotecnològica, s'haurà de consultar als professionals implicats d'alguna manera en activitats relacionades amb les nanotecnologies, ja sigui en el camp de la recerca i la indústria, en els qui inverteixen en aquesta tecnologia i en els potencials consumidors dels seus productes. Són ells els que poden identificar amb més facilitat quins són els valors i les virtuts que permeten assolir els béns intrínsecs, tant els intermedis com el final (però sobretot aquest darrer), de la nanotecnologia. Per exemple, la CE ha elaborat el seu “Codi de Conducta per a una recerca en nanociències i nanotecnologia responsable”<sup>44</sup> tot consultant, entre d'altres, els actors als que fèiem referència. Tot i que aquest codi s'ha

<sup>44</sup> Commission recommendation on A code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research & Council conclusions on Responsible nanosciences and nanotechnologies research. [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/nanocode-apr09\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/nanocode-apr09_en.pdf) Accedit 10/12/2015.



elaborat especialment per a la recerca i no per a tota l'activitat nanotecnològica, creiem que els seus principis poden constituir un fonament des del que estendre la reflexió a tota la cadena de valor de l'activitat. Aquesta és, de fet, la pretensió de la CE<sup>45</sup>. Considerem que aquest Codi de Conducta constitueix una bona base per a la identificació dels valors i de les virtuts que estem cercant.

En el codi al que estem fent referència, tal com hem precisat al Capítol 2, s'especifiquen "*principis i directrius per a les accions a realitzar*"<sup>46</sup> en el camp de la recerca en nanociència i nanotecnologia. El Codi "*recull la majoria de conceptes i valors que han sorgit en els darrers anys al debat sobre la governança i l'ètica de les nanotecnologies, i és un important punt de referència en relació amb els principis que haurien d'apuntalar les activitats de recerca*"<sup>47</sup>. Així, els principis, directrius i valors que apareixen a l'articulat del Codi es poden assimilar als valors i virtuts que estem cercant. Si bé és cert que el Codi pretén tenir validesa a Europa, també es considera una base per establir un diàleg amb tercers països i organitzacions internacionals<sup>48</sup>.

Per la seva banda, als EUA, el *President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST)* ha realitzat consultes a diferents grups de recerca en nanotecnologia d'universitats dels EUA, així com al *President's Council on Bioethics*, per elaborar el seu "*Second Assessment and Recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel*", tal com també hem vist al Capítol 2. La principal directriu moral en la qual és important treballar actualment, segons aquest informe, és l'avaluació dels riscos, els beneficis i les implicacions socials d'aquestes tecnologies<sup>49</sup>. Donat el seu evident caràcter utilitarista, aquest principi (cal garantir un balanç favorable entre riscos i beneficis), pot ser considerat una pràctica, un hàbit o una mena de "virtut", necessària per tal d'assolir els béns interns d'una activitat com la nanotecnològica.

Així doncs, alguns dels valors i virtuts que ens han de permetre assolir els fins específics de les nanotecnologies podrien ser: *sentit, sostenibilitat, precaució, inclusió, excel·lència, innovació, responsabilitat o el balanç favorable entre riscos i beneficis*. Respecte als

<sup>45</sup> Veure nota 63 del Capítol 3, i el text al que està vinculada.

<sup>46</sup> Ibid. P. 13

<sup>47</sup> Ibid.

<sup>48</sup> Ibid.

<sup>49</sup> The President's Council of Advisors on Science and Technology, "*Second Assessment and Recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel*" (April 2008)

set primers, es troben desenvolupats al capítol 2 (veure apartat 2.3.3 *L'enfocament oficial europeu*), i es poden consultar al propi Codi de Conducta de la UE<sup>50</sup>. En el "balanç favorable entre riscos i beneficis", s'ha de veure una voluntat d'intensificar la recerca, i la presa de consciència, pel que fa als riscos, com a condició prèvia a una tasca de reflexió que no es limiti a veure només els possibles beneficis de les aplicacions nanotecnològiques, presents o futures. Això no vol dir que no n'hi hagi altres valors i virtuts que és necessari desenvolupar, però aquests suposen un punt d'inici i una referència per apuntalar, d'entrada, les activitats de recerca, tal com hem vist que també indica el propi document de la CE.

### 3. *Tenir presents els mecanismes específics de la societat en la que es desenvolupa l'activitat*

Cal també tenir en compte els mecanismes específics de la societat en la que es desenvolupa l'activitat, els quals seran necessaris per assolir els fins propis de la mateixa. L'activitat nanotecnològica es desenvolupa principalment en mons com el de la recerca, sigui aquesta d'inversió pública o privada, acadèmica o industrial; però també en el de les empreses. No es pot actuar al marge doncs dels mecanismes amb els que aquests àmbits funcionen en la nostra societat. Cortina posa l'exemple de l'activitat empresarial, que en el context econòmic en el que funciona, ha de comptar amb mecanismes com ara: *"el mercado, la competencia y la búsqueda del beneficio, y realizar valores peculiares, como la búsqueda de calidad, la habilidad para hacer uso de los recursos, muy especialmente los recursos humanos, etc."*<sup>51</sup>. Caldria identificar també aquells mecanismes específics de la nostra societat que són presents en el món acadèmic. Alguns d'ells coincidiran amb els mecanismes propis del món de l'empresa, però d'altres seran més específics de l'àmbit acadèmic, com per exemple el sistema de publicació, la jerarquització, els sistemes de protecció de la propietat intel·lectual, el respecte al mètode científic o els mecanismes vinculats amb l'obtenció de finançament per a la recerca acadèmica.

<sup>50</sup> European Commission, "Commission Recommendation of 07/02/2008 on a code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research" ([http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/nanocode-apr09\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/nanocode-apr09_en.pdf) Accedit 8/12/2015)

<sup>51</sup> CORTINA, A., *El estatuto de la ética aplicada. Hermenéutica crítica de las actividades humanas*, Op. cit., p. 131

#### 4. Tenir en compte el marc jurídic de la societat on es desenvolupa l'activitat

No és necessari insistir massa en la necessitat de que l'activitat nanotecnològica s'atingui al marc legal de la societat en la que es desenvolupi. Això vol dir que haurà de respectar, d'entrada, les constitucions dels països i, donat l'abast global de les nanotecnologies, també la legislació, tractats i convencions internacionals, així com la legislació específica. És important aquí destacar però les mancances en matèria de legislació específica sobre nanotecnologies, la qual s'ha denunciat i reclamat des de diferents àmbits de l'activitat, tal com hem assenyalat en el present treball<sup>52</sup>.

Pel que fa a substàncies químiques, la CE ja disposa del reglament REACH<sup>53</sup> (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*), el qual caldria adaptar a la "nova" realitat, amb la inclusió de les substàncies nanotecnològiques. Donat que aquestes presenten trets diferencials essencials en determinades propietats, haurien de ser tractades com a noves substàncies o, com a mínim, afegir epígrafs a les substàncies ja registrades, en els que es faci constar l'especificitat de les seves formes nanotecnològiques. La ECHA<sup>54</sup> (*European Chemicals Agency*), l'agència responsable, entre d'altres coses, dels reglaments REACH i CLP (*Classification, Labeling and Packaging*), reconeix que "Encara no hi ha requisits explícits per als nanomaterials en virtut del REACH o CLP, aquests compleixen amb les definicions de substància presents en aquestes regulacions, i per tant s'apliquen les disposicions. Al 2011, la Comissió Europea va lliurar una recomanació específica sobre la definició de nanomaterial. La recomanació hauria de ser emprada en les diferents regulacions europees, incloses REACH i CLP." Així com que "hi ha una necessitat d'avaluar i gestionar adequadament els potencials riscos d'aquestes noves formes dels materials."<sup>55</sup> Des de 2011, la ECHA ha incrementat les seves activitats en aquesta àrea, amb l'objectiu de tenir prou capacitat científica i tècnica per realitzar correctament la seva tasca, la qual cosa vol dir incloure els nanomaterials. La definició proposada per la CE al 2011 es perfila doncs com a criteri discriminador per qüestions de regulació, objectiu per al qual, de fet, va ser creada.

<sup>52</sup> Veure l'apartat 1.5 *Perspectives actuals de la nanotecnologia*.

<sup>53</sup> <http://echa.europa.eu/es/regulations/reach> Accedit 9/11/2015.

<sup>54</sup> <http://echa.europa.eu/about-us> Accedit 9/11/2015.

<sup>55</sup> <http://echa.europa.eu/regulations/nanomaterials> Accedit 9/11/2015.

Amb tot, més enllà de les substàncies químiques a les que es refereixen les normatives REACH i CLP, resultaria de gran interès crear un directori de productes de consum, a l'estil dels ja existents<sup>56</sup>, en el que s'inclouessin, a més, dispositius, materials, aplicacions i activitats de recerca. A més, perquè aquest catàleg fos d'utilitat en la identificació de possibles implicacions ètiques, s'hauria de confeccionar amb un criteri d'inclusió que considerés, d'alguna manera, la definició epistemològicament realista que es proposa al Capítol 3. Per les raons que hem exposat, el criteri proposat mitjançant la definició de la CE, basat d'una manera pràcticament exclusiva en la mida, pot ser útil en termes de regulació i estandardització, però diu poca cosa sobre la naturalesa de les entitats nanotecnològiques i si aquesta naturalesa és, en essència, diferent de la naturalesa de les entitats no nanotecnològiques.

##### 5. *Atendre a instàncies morals*

En una societat, els individus que la integren comparteixen una sèrie de drets i valors reconeguts per tothom com a tals. Ens referim a qüestions tan rellevants com ara *la llibertat, la igualtat, la solidaritat, la tolerància, el pluralisme o els drets humans*, algunes d'elles filles de la Il·lustració<sup>57</sup>.

A més, alguns aspectes que, segons l'informe del PCAST<sup>58</sup>, poden quedar èticament compromesos en algun moment pels desenvolupaments nanotecnològics estan relacionats amb: *la dignitat humana, la identitat, la intimitat o els drets fonamentals*. Aquests són també drets i valors que es podrien afegir a la categoria dels compartits dins de la consciència moral assolida a les societats democràtiques modernes, encara que també els podríem considerar integrats en els drets humans.

L'activitat nanotecnològica no es pot mantenir al marge d'aquesta *ètica cívica*, a la qual cal apel·lar, ja que, tal com hem dit, mantenir-se dins dels límits de la legalitat no és suficient. La nanotecnologia, per obtenir legitimitat social, ha d'assolir els béns que s'esperen d'ella, i ho ha de fer sense deixar de respectar les lleis, però alhora també ha de respectar els drets i valors que la societat ja reconeix i comparteix. En aquest aspecte, i tenint en compte novament el caràcter global de l'activitat de la que estem

<sup>56</sup> Veure notes 91, 92 i 93, al Capítol 1.

<sup>57</sup> CORTINA, A., *La ètica discursiva*, a CAMPS, V., ed., *Historia de la ètica* Op. Cit.. P. 535

<sup>58</sup> Veure l'apartat 2.3.4 L'enfocament nord-americà.

parlant, caldrà articular alguns elements de diferents consciències cíviques. Per exemple, com hem vist al Capítol 2, amb la comparació entre EUA i la UE, en la sensibilitat americana pesa molt el principi d'utilitat com a element de legitimació d'una activitat; en canvi, per als europeus, una activitat, per ser socialment legítima, no pot deixar de banda el principi de precaució. Per tant, les nanotecnologies hauran de trobar també algun tipus d'articulació entre valors com la utilitat i la precaució, per tal de cercar una legitimitat social a nivell global<sup>59</sup>.

Cal tenir en compte també que l'ètica cívica és una consciència moral *assolida* per la societat i que està en constant evolució. Quan parlem de noves tecnologies que poden contribuir a una revolució, com sembla que és el cas de les nanotecnologies, no és sobrer anticipar que, amb la introducció de la tecnologia en qüestió, puguin aparèixer nous valors que s'integrin a l'ètica cívica actual, així com provocar canvis socials que hauran de ser considerats. Pensem sinó en els possibles canvis en la manera d'entendre la vida humana que poden comportar desenvolupaments relacionats, per exemple, amb la "millora humana" (*human enhancement*), sense parlar de la presumpta immortalitat que arriben a pronosticar alguns visionaris.

En qualsevol cas, tant aquests possibles nous valors, com els ja presents en l'ètica cívica de la societat, i inclús les lleis que conformen el marc legislatiu vigent, hauran de passar el filtre d'una *moral crítica*, que plantegi *quins drets i valors han de ser racionalment respectats*. Aquesta moral crítica ens ha de dotar d'algun procediment que ens faciliti aquesta tasca. Com ja hem vist en la part de fonamentació de l'ètica comunicativa, la reflexió racional ens porta a la noció de la persona com a interlocutor vàlid. Així doncs, com qualsevol activitat humana, les nanotecnologies, per estar socialment legitimades, hauran de funcionar tot reconeixent com a interlocutors vàlids totes aquelles persones que puguin resultar afectades per l'aplicació de les normes que se'n derivin. El que implica això és que aquestes normes, per ser considerades vàlides o justes, haurien de poder ser acceptades en un diàleg racional en el que intervinguessin tots els afectats. Òbviament, això, com passa en la comunitat ideal de comunicació<sup>60</sup>, representa una

<sup>59</sup> Sense oblidar, si realment vol ser global, les ètiques cíviques d'altres societats que, com les orientals, també estan immerses en la cursa nanotecnològica, i que no hem tractat en aquest treball.

<sup>60</sup> Veure apartat *Ètica (discursiva) aplicada* del present capítol. Veure també CORTINA A., *Ètica aplicada y democracia radical*, Op. cit., Capítol 7.

mena d'ideal regulatiu, el qual ens dóna idea de quin procediment hauria de seguir l'elaboració de les normes per tal que aquestes puguin resultar legítimes, però que en una societat com la nostra s'enfronta amb el delicat equilibri entre representació i participació directa dels afectats.

En la societat nord-americana per exemple, tot i que, les seves institucions semblen més aviat inclinades a deixar l'elaboració de normes en mans dels experts<sup>61</sup>, sí que es considera important promoure l'acceptació pública de les nanotecnologies<sup>62</sup>. Semblaria doncs una actitud procedimental en la que els experts decideixen la norma i cal convèncer els afectats de la seva bondat. L'actitud de les institucions Europees en canvi, començant per la pròpia Comissió Europea, és la d'intentar treballar en la direcció de la participació, finançant i fomentant projectes destinats a promoure la participació dels afectats en el debat<sup>63</sup>. Està per veure però, fins a quin punt això es tradueix en una participació pública real, efectiva i amb caràcter vinculant; i fins a quin punt s'acosta a l'ideal regulatiu d'una comunitat ideal de parlants.

#### *6. Deixar la presa de decisions en casos concrets en mans dels afectats*

Finalment, són els propis afectats qui de manera responsable han de prendre les decisions en les situacions concretes a les quals s'hagin d'enfrontar. Tot el que s'ha dit fins aquí no deixa de ser una orientació per aquesta presa de decisió particular, la responsabilitat de la qual ha de recaure, sense coaccions, en els propis individus. Per tant, una activitat nanotecnològica que vulgui ser legítima ha de deixar aquestes decisions en mans dels afectats. Aquí entra en joc la dimensió conseqüencialista, sense que això entri necessàriament en contradicció amb la dimensió deontològica. És imprescindible disposar d'una informació el més veraç i fiable possible sobre les possibles conseqüències de les diferents alternatives. Això permetrà valorar adequadament una situació concreta. Així, en base a aquesta valoració i, d'acord amb les pròpies concepcions de justícia i de vida bona, es pot prendre una decisió responsable. Els experts i les institucions democràtiques tenen la responsabilitat de treballar per obtenir aquesta informació i de posar-la a disposició dels afectats, els

<sup>61</sup> Veure capítol 2

<sup>62</sup> WALDRON, A.M., SPENCER, D., BATT, C.A., *The current state of public understanding of nanotechnology*, Journal of Nanoparticle Research (2006) 8: P. 569-575 <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11051-006-9112-7#page-1> Accedit 6/12/2015.

<sup>63</sup> Veure capítol 2.

quals tenen la responsabilitat d'estar oberts a rebre-la. Caldria doncs establir mecanismes per tal de facilitar el flux d'informació veraç i fiable sobre els desenvolupaments nanotecnològics cap als afectats, i consolidar els mitjans per tal de garantir que les decisions puguin ser preses directament pels afectats d'una manera responsable i sense coaccions.

Aquest seguit de passos constitueixen la nostra proposta d'una base per a una ètica aplicada de les nanotecnologies. En la recerca bibliogràfica realitzada, no s'ha trobat cap plantejament d'aquest tipus, per aquesta raó considerem que la nostra pot ser una aportació innovadora i que pot contribuir d'alguna manera al debat sobre com enfocar els aspectes ètics desvetllats per l'activitat nanotecnològica. Així, la tesi que defensem consisteix en assenyalar la conveniència d'elaborar una ètica aplicada com un possible enfocament adequat, donades les característiques de la nanotecnologia com a activitat social, en el context tecnocientífic actual. La part substantiva de la proposta la conformen les bases que haurien de servir de fonament per a una tasca posterior de desenvolupament d'aquesta ètica aplicada, durant la qual caldria desplegar cadascun dels punts exposats. Val a dir que algunes de les propostes que fem ja estan en procés, com és el cas dels projectes consultius i de diàleg endegats a la Unió Europea, o en la seva fase inicial, com el procés d'elaboració de legislació específica. De fet, algunes d'aquestes iniciatives han inspirat d'alguna manera les nostres propostes. En aquests casos caldria examinar els procediments que s'estan seguint per valorar-los d'acord amb una ètica discursiva que, com hem dit, ha de servir d'element coordinador de la reflexió ètica. Altres suggeriments s'haurien d'articular de manera conjunta amb altres activitats tecnocientífiques, tot tenint en compte el reconegut caràcter interdisciplinari, convergent i facilitador de les nanotecnologies. Aquest és el cas de la determinació dels béns intrínsecs de l'activitat i els valors i virtuts necessaris per assolir-los. Finalment caldria promoure alguns elements, com per exemple els mecanismes d'informació i de presa de decisió lliure i responsable per part dels afectats per l'activitat nanotecnològica.





## **5. Conclusions**



## 5. Conclusions

S'ha constatat el creixement protagonitzat per la nanotecnologia en els darrers anys. Aquest creixement es manifesta en un augment de les inversions, de les publicacions, dels projectes, dels productes comercialitzats i en la creació de centres de recerca i d'empreses, entre altres aspectes. Tanmateix, resulta difícil de quantificar aquest creixement, ateses la diversitat dels àmbits d'aplicació i les dificultats per definir què s'ha de considerar com a nanotecnològic.

Entre la gran diversitat de possibles àmbits d'aplicació de les nanotecnologies se n'han identificat alguns dels més prometedors. Aquests són: la medicina, tant pel que fa al diagnòstic com pel que fa a la teràpia; la producció i l'emmagatzemament d'energia; la cosmètica; l'alimentació; el medi ambient; el transport; la indústria tèxtil; altres processos industrials; l'enginyeria de precisió; la indústria aeroespacial; les tecnologies de la informació i comunicació; la fabricació de sensors; la construcció o la seguretat (protecció i militar).

Els possibles beneficis de les nanotecnologies s'expressen habitualment en termes d'una millora de les nostres condicions de vida, gràcies a la resolució d'alguns dels problemes que avui pateix la humanitat. Alguns d'aquests beneficis són: facilitar l'accés universal a l'aigua, gràcies a sistemes de tractament d'aigües residuals i sistemes de potabilització més barats i eficients; una reducció de la fam al món, gràcies a un augment del rendiment de les explotacions agrícoles; una millora en la gestió dels recursos energètics, en totes les seves vessants (generació d'energia neta a través d'energies renovables, i emmagatzematge, transport i consum més eficients); el desenvolupament de millors tractaments mèdics, i de millors eines de diagnòstic i prevenció que ens permetran viure més i en millors condicions de salut; la construcció de llars més confortables i saludables; la fabricació d'ordinadors més barats i accessibles, millorant així l'accés a la informació i les comunicacions, així com d'ordinadors amb més potència de càlcul per tal de resoldre problemes complexes; el desenvolupament de solucions per al medi ambient; una reducció de la pobresa i els problemes associats; entre d'altres.

Aquests beneficis estan normalment associats a termes quantificadors (més, millor, augmentar). Això suggereix que les nanotecnologies tenen un caràcter facilitador d'altres tecnologies ja existents.

S'han identificat els possibles riscos de les nanotecnologies, els quals es classifiquen en tres tipus: riscos derivats dels nanomaterials, riscos socials i riscos especulatiu.

S'han identificat també els possibles aspectes ètics associats a les nanotecnologies. A més del balanç entre els riscos i els beneficis, que es pot considerar com un aspecte ètic des d'un punt de vista utilitarista, també s'han de contemplar els efectes que les nanotecnologies poden tenir sobre determinats valors i sobre les diferents concepcions de l'ésser humà, la justícia o la vida bona. Alguns dels valors que es poden veure afectats en primera instància són: la privacitat, la intimitat, la integritat del propi cos o la dignitat humana. Alguns dels avenços que es preveuen resulten especialment perturbadors, com per exemple, els relacionats amb la millora humana (human enhancement), o amb la noció de transhumanisme.

Tanmateix, s'ha constatat que les nanotecnologies tenen un caràcter interdisciplinari, convergent i facilitador. Això fa que sigui difícil poder parlar d'aspectes ètics totalment específics de les nanotecnologies i aconsella una reflexió que vagi més enllà de l'activitat de recerca i que estigui coordinada amb la reflexió sobre altres tecnologies emergents.

A més, s'han avaluat les postures oficials de dues societats occidentals pel que fa a la reflexió ètica sobre les nanotecnologies: la de la Unió Europea i la dels Estats Units d'Amèrica. Ambdues societats coincideixen en que un sol tipus d'ètica no és suficient i que cal una articulació entre diferents teories. S'ha constatat no obstant, que els respectius contextos culturals i tradicions afecten la manera d'enfocar la reflexió en cada comunitat. En el cas de la Unió Europea, la postura és principalment deontològica, amb la referència de l'ètica discursiva com a guia procedimental i el principi de precaució com a eix de l'articulació. Pel que fa a l'enfocament nord-americà, es basa en un principi d'equivalència substancial per afirmar que no existeixen actualment aspectes ètics específics de les nanotecnologies. Per aquesta raó es

considera que és prematur preocupar-se'n. En tot cas, cal concentrar els esforços en la recerca sobre els riscos i utilitzar un criteri moral basat en un balanç entre costos i beneficis, per tal de maximitzar el benestar dels ciutadans, configurant així una postura de caràcter utilitarista.

S'ha comprovat que encara no es disposa d'una definició de consens per a la terminologia relacionada amb la nanotecnologia, la qual cosa és una condició necessària per a una reflexió ètica rigorosa.

S'ha realitzat una caracterització dels diferents tipus de definicions de "nanotecnologia" més utilitzades actualment (nominals, teleològiques i reals) entre les quals, la definició nominal basada en la mida dels objectes, és, amb diferència, la més comuna, essent el rang comprès entre 1 i 100 nm el més utilitzat. Per altra banda, s'han assenyalat els inconvenients que presenta cada tipus de definició per al propòsit de la reflexió ètica.

S'ha proposat una nova definició, epistemològicament realista, de "nanotecnologia", adequada per a aquest mateix propòsit. L'esmentada definició s'ha formulat en els següents termes:

"Nanotecnologia" comprèn el conjunt d'aquelles entitats (activitats, aplicacions, objectes o materials) que responguin a la cadena causal que té el seu inici en el fet que els àtoms superficials superin en nombre els àtoms massics (fet primordial), passa pels efectes quàntics associats que prenen rellevància en aquestes circumstàncies, i té el seu final en l'aparició de discontinuïtats en determinades propietats observables i utilitzables (fet observable).

Tot i que es podent trobar algunes reflexions en aquest sentit, aquesta definició constitueix una novetat respecte a les definicions formals trobades a la bibliografia.

Partint de la definició proposada, s'ha plantejat un enfocament ètic basat en una ètica discursiva, des del qual abordar les qüestions plantejades per la nanotecnologia.

Des d'aquest enfocament, s'ha afirmat i justificat la conveniència de l'ètica aplicada com a via adequada per la reflexió sobre els aspectes ètics vinculats amb l'activitat

nanotecnològica. Es tracta d'un plantejament que no havia estat proposat fins ara, i per tant constitueix una aportació innovadora a la comunitat científica. A més, s'han formulat unes bases per l'elaboració d'una "ètica aplicada de les nanotecnologies", les quals han de servir com a fonament per a un desenvolupament posterior.

## **6. Bibliografia**





## 6. Bibliografía

### Articles:

ALLHOFF, F., LIN, P., MOOR, J. & WECKERT, J., *Ethics of Human Enhancement: 25 Questions & Answers*, Studies in Ethics, Law, and Technology, Manuscript 1110, 2009

CORTINA, A., *El estatuto de la ética aplicada. Hermenéutica crítica de las actividades humanas*. Revista Isegoría, 0(13), 1996, p. 119-127

DUPUY, J., *Some Pitfalls in the Philosophical Foundations of Nanoethics*, Journal of Medicine and Philosophy (32), 2007

EBBESSEN, M., *The Role of the Humanities and Social Sciences in Nanotechnology Research and Development*, Nanoethics (2008) 2:1–13

GASKELL, G., EYCK, T.T. et al., *Imaging nanotechnology: cultural support for technological innovation in Europe and the United States*, Public Understanding of Science, 2005, Vol 14, p. 81-90

GEORGE, S., KAPTAN, G., LEE J. & FREWER L., *Awareness on adverse effects of nanotechnology increases negative perception among public: survey study from Singapore*, Journal of Nanoparticle Research, December 2014, 16:2751

GORDIJN, B., *Nanoethics: from utopian dreams and apocalyptic nightmares towards a more balanced view*, Science and Engineering Ethics, 11(4), (2005)

GRAHAM, J. D., *The Perils of the Precautionary Principle: Lessons from the American and European Experience*, Heritage Lectures, No. 818, January 15, 2004

JOTTERAND F., *Beyond Therapy and Enhancement: The Alteration of Human Nature*, NanoEthics (2008) 2:15–23

KEARNES, M., GROVE-WHITE, R., MACNAGHTEN, P., WILSDON, J. & WYNNE, B., *From Bio to Nano: Learning Lessons from the UK Agricultural Biotechnology Controversy*, Science as Culture Vol. 15, No. 4, 291–307, December 2006

KEARNES, M., *Chaos and Control: Nanotechnology and the Politics of Emergence*, Paragraph 29:2 (2006) 57–80

KEARNES, M. & MACNAGHTEN, P., *Introduction: (Re)Imagining Nanotechnology*, Science as culture, Vol. 15, No. 4, 279–290, December 2006

MAYNARD, A.D., *Don't define nanomaterials*, Nature (475), (2011, July 7)

- MCGREGOR, J. & WETMORE, J M., *Researching and Teaching the Ethics and Social Implications of Emerging Technologies in the Laboratory*, *Nanoethics* (2009) 3:17–30
- MACNAGHTEN, P., KEARNES, M. & WYNNE, B., *Nanotechnology, Governance, and Public Deliberation: What Role for the Social Sciences?*, *Science Communication*, Volume 27 Number 2, December 2005 1-24
- MNYUSIWALLA, A., DAAR, A. S. & SINGER, P. A., 'Mind the gap': *Science and Ethics in Nanotechnology*. *Nanotechnology*, Institute of Physics Publishing, 14, 2003
- MYERS, N., *The Rise of the Precautionary Principle: A Social Movement Gathers Strength*, *Multinational Monitor*, Vol. 25, No. 9, September 2004
- PRIEST, S., *The North American opinion climate for nanotechnology and its products: Opportunities and challenges*, *Journal of Nanoparticle Research* (2006) 8: 563–568
- RUIZ TRUJILLO, P., FLORENSA, A., & BORRÓS, S., *Are (official) ethical approaches to nanotechnology affected by cultural context and tradition? A comparative analysis: Europe-USA*, *Ramon Llull J Appl Ethics* 2011;1:195-212
- RUIZ TRUJILLO, P., FLORENSA, A., & BORRÓS, S., *Ethical reflection on nanotechnology; but what does "being nanotechnological" mean? A contribution from an epistemically realist point of view*, *Comprendre*, Vol 16/1, 2014, p. 105-122
- SCHEUFELE, D. A., CORLEY, E. A., SHIH, T., DALRYMPLE, K. & HO, S. S., *Religious beliefs and public attitudes toward nanotechnology in Europe and the United States*, *Nature Nanotechnology*, vol 4, february 2009
- SCHMID, G. & FENSKE, D., *Metal clusters and nanoparticles*, *Phil. Trans. R. Soc.*(368 A), (2010), p. 1207–1210
- SWIERSTRA, T. & RIP, A., *Nano-ethics as NEST-ethics: Patterns of Moral Argumentation About New and Emerging Science and Technology*, *Nanoethics* (2007) 1:3–20
- VALDECANTOS, A., *Realismo ético y experiencia moral, Notas y discusiones*, *Revista Isegoría*/17 (1997) p. 107-125
- VAN DE POEL, I., *How Should We Do Nanoethics? A Network Approach for Discerning Ethical Issues in Nanotechnology*, *NanoEthics* (2008) 2:25–38
- VANCE, M. E. et al., *Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory*, *Beilstein J. Nanotechnol.* 2015, 6, 1769–1780
- WALDRON, A.M., SPENCER, D. & BATT, C.A., *The current state of public understanding of nanotechnology*, *Journal of Nanoparticle Research* (2006) 8: P. 569-575
- WALTER, P., WELCOMME, E., HALLÉGOT, P., ZALUZEC, N.J., DEEB, C., CASTAING, J., & TSOUCARIS, G., *Early Use of PbS Nanotechnology for an Ancient Hair Dyeing Formula*. *Nano Letters*, 6(10), 2006. p. 2215-2219

WEBSTER, T. J., *Nanomedicine: what's in a definition?*, Int J Nanomedicine. 2006 Jun; 1(2): 115–116

### Capítols de llibres:

ALLHOFF, F., *On the Autonomy and Justification of Nanoethics*, a F. Allhoff, P. Lin (eds.), *Nanotechnology & Society: Current and Emerging Ethical Issues*, © Springer Science + Business Media B.V. 2008

CREMADES, A., *II. Aspectos básicos y aplicaciones de las nanotecnologías*, a RIECHMANN, J. (coord.), *Nanomundos y multiconflictos*, Icaria ed., Barcelona, 2009

KULINOWSKI, K., *Nanotechnology: From 'Wow' to 'Yuck'?* a HUNT, G., MEHTA, M. (Eds.), *Nanotechnology: Risk, Ethics and Law*, London, Sterling, VA: Earthscan, 2006

RUIZ TRUJILLO, P., FLORENSA, A., BORRÓS, S., *¿Afectan el contexto cultural y la tradición a las posturas éticas oficiales respecto las nanotecnologías? Comparación Unión Europea-Estados Unidos*, a Bioética: la toma de decisiones, Boladeras, M. (Ed.). Ed. Proteus, Barcelona, 2011. p.135-148

SCHUMMER, J., *Cultural Diversity in Nanotechnology Ethics*, a F. A. (eds.), *Nanotechnology & Society: Current and Emerging Ethical Issues*, Springer, Dordrecht Netherlands, 2008 P. 265-280

SCHUMMER, J., *Identifying Ethical Issues of Nanotechnologies*, a H. t. (ed.), *Nanotechnology: Science, Ethics and Politics*, UNESCO Publishing Paris, 2007.P. 79-98

### Llibres:

ALCOBERRO, R., *Ètiques per a un món complex. Un mapa de les tendències morals contemporànies*, Pagès Editors, Lleida, 2004

ALLHOFF, F., LIN P., MOORE, J. & WECKERT J. (Eds.), *Nanoethics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology*, Wiley-Interscience, 2008

ALLHOFF, F., LIN, P., & MOORE, D., *What Is Nanotechnology and Why Does It Matter? From Science to Ethics*, Wiley-Blackwell, West Sussex, 2010

APEL, K. O., *La transformación de la filosofía*

ARENDT, H., *La condición humana*, Barcelona, Paidós, 2005

ARISTÓTELES, *Ética Nicomáquea*, Biblioteca Clásica Gredos, RBA, Barcelona, 2007

- ARISTÓTELES, *Metafísica*, Gredos, Madrid, 2011
- ARRAS, J. D., *Common Law Morality*, Hastings Center Report, 1990
- BENNETT-WOODS, D., *Nanotechnology. Ethics and Society*, CRC Press, Boca Raton, FL, 2008
- BOURG, D. et SCHLEGEL, J.-L., *Parer aux risques de demain - Le principe de précaution*, Editions du Seuil, Paris, 2000
- BYUNG-CHUL HAN, *La sociedad del cansancio*, Herder, Barcelona, 2012
- CAMPS, V., ed., *Historia de la ética 3 Vols.*, Crítica, Barcelona, 2008
- CASADO, M. (Coord.), *Bioética y nanotecnología*, Aranzadi, Pamplona, 2010
- CORTINA, A., *Ética de la razón cordial. Educar en la ciudadanía del siglo XXI*, Ediciones Nobel. 2007
- CORTINA, A., *Ética mínima. Introducción a la filosofía práctica*, Tecnos, Madrid, 1986
- CORTINA, A. y GARCIA-MARZÁ, D. (eds.), *Razón pública y éticas aplicadas*, Tecnos, Madrid, 2003
- CORTINA, A., *Ética aplicada y democracia radical*, Tecnos, Madrid, 2008
- CORTINA, A., *Ética de la Sociedad Civil*, Madrid, Anaya/Alauda, 1994
- CUNEO, T., *The normative web. An argument for moral realism*. Oxford: Oxford University Press, 2007
- D'AGOSTINI, F., *Analíticos y continentales. Guía de la filosofía de los últimos treinta años*, Cátedra, Madrid, 2009
- DREXLER, K. Eric, *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*, Doubleday, 1986
- ELLUL, J., *La edad de la técnica*, Octaedro, Barcelona, 2003
- ELLUL, J., *La parole humiliée*, Seuil París,, 1981
- ELLUL, J., *Le système technicien*, Calmann-Lévy, París, 1977
- ESQUIROL, J.M., *Los filósofos contemporáneos y la técnica. De Ortega a Sloterdijk*, Gedisa, Barcelona, 2011
- FERNÁNDEZ AGIS, D., FERNÁNDEZ CASTILLO, A., *La nanotecnología, inquietudes sociales y problemas éticos derivados*, El Catobepilas, 61, Nódulo Materialista, Març 2007

FEYNMAN, R., P. Ralph Leighton, ed., *Surely You're Joking, Mr. Feynman!: Adventures of a Curious Character*, W. W. Norton & Co. 1985.

FEYNMAN, R., P. Ralph Leighton, ed., *What Do You Care What Other People Think?: Further Adventures of a Curious Character*, W. W. Norton & Co. 1988.

FLORENSA, A., *La vida humana en el medi tècnic*, Claret, Barcelona, 2010

FLORENSA, A., *Tècnica i ètica en Jacques Ellul*, Tesi Doctoral, Universitat Ramon Llull, Barcelona, 2006

GRAHAM, J.D., *The Perils of the Precautionary Principle: Lessons from the American and European Experience*, Published by The Heritage Foundation, Washington, DC, (January 15, 2004)

HABERMAS, J., *Ciencia y técnica como "ideología"*, Tecnos, Madrid, 2010

HABERMAS, J., *Conciencia moral y acción comunicativa*; Edicions 62, Barcelona, 1985

HABERMAS, J., *El futuro de la naturaleza humana. ¿Hacia una eugenesia liberal?*, Paidós, Barcelona, 2002

HABERMAS, J., *Teoría de la acción comunicativa*, 2 vols., Taurus, Madrid, 1987

HEIDEGGER, M., *Gelassenheit*, (Serenidad versió castellana de Yves Zimmermann, publicada per Ediciones del Serbal, Barcelona, 1994.)

HEIDEGGER, M., *Conferencias y artículos*, Ediciones del Serbal, Barcelona, 1994

HEIDEGGER, M., *Parménides*, Akal, Madrid, 2005

HOTTOIS, G., *El paradigma bioético: Una ética para la tecnociencia*, Anthropos, Barcelona, 1999.

HUNT, G., MEHTA, M. (Eds.), *Nanotechnology: Risk, Ethics and Law*, London, Sterling, VA: Earthscan, 2006

JONAS, H., *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Herder Barcelona,, 1995

JONAS, H., *Técnica, medicina y ética. La práctica del principio de responsabilidad*, Paidós Básica. 1ª Edición 1997

KANT, I., *Fundamentación para una metafísica de las costumbres*, Alianza Editorial, Madrid, 2002

KOHLBERG L., *Moral Stages: Current formulation and a response to critics*, s. Karger, 1983

MILLIKAN, R., *On clear and confused ideas*, Cambridge University Press, 2000

- MITIN, V.V., SEMENTSOV, D.I. & VAGIDOV, N.Z.. *Quantum Mechanics for Nanostructures*, New York: Cambridge University Press., 2010
- MUMFORD, L., *Técnica y civilización* (1934)
- ORTEGA Y GASSET, J., *La rebelión de las masas*, a *Obras Completas*, Vol. IV, REVISTA DE OCCIDENTE, Madrid, 1966
- ORTEGA Y GASSET, J., *Meditación de la técnica*, a *Obras Completas*, Vol. V, Revista de Occidente, Madrid, 1964
- PLATÓN, *Fedón. Fedro*, Alianza Editorial, Madrid, 2007
- PLATÓN, *La República*, Espasa-Calpe, Madrid, 1984
- RAWLS, J., *Teoría de la justicia*, Fondo de Cultura Económica, México, 1979
- SANDEL, M. J., *Contra la perfección. La ética en la era de la ingeniería genética*, Marbot Ediciones, Barcelona, 2007
- SARSANEDAS, A., *La filosofía de la tecnología*, Editorial UOC, Barcelona, 2007
- SLOTERDIJK, P., *El hombre operable. Notas sobre el estado ético de la tecnología génica*, Revista Laguna, 14; marzo 2003
- SLOTERDIJK, P., *Normas para el parque humano*, Ed. Siruela, Madrid, 2006
- SNOW, C. P., *Las dos culturas y un segundo enfoque*, Alianza Editorial, Madrid, 1987
- SUNSTEIN, C. R., *Laws of fear. Beyond the precautionary principle*, The Press Syndicate of the University of Cambridge, 2005
- TANIGUCHI, N., *On the Basic Concept of 'Nano-Technology'*, Proceedings of the International Conference on Production Engineering, Part II (Japan Society of Precision Engineering), Tokyo, 1974.

### Reports:

National Nanotechnology Initiative: *Leading to the Next Industrial Revolution*, a report published by US National Science and Technology Council's Committee on Technology, February 2000

BRUCE, D., *Human enhancement? Ethical Reflections on Emerging Nanobio-technologies*, Report on an Expert Working Group on Converging Technologies for Human Functional Enhancement, NanoBio-RAISE EC FP6, Science and Society Co-ordination Action, Desembre 2007

COMMISSION DE L'ÉTHIQUE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE (CEST),  
*Avis: Pour une gestion éthique des OGM*, Gouvernement du Québec, 2003

COMMISSION DE L'ÉTHIQUE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE (CEST),  
*Avis: Éthique et Nanotechnologie: se donner les moyens d'agir*, Gouvernement du Québec,  
2006

HULLMANN, A., *European activities in the field of ethical, legal and social aspects (ELSA) and governance of nanotechnology*, European Commission, DG Research, October 1, 2008

MICHELSON, E., *Analyzing the European Approach to Nanotechnology, occasional paper on nanotechnology*, Woodrow Wilson International Center for Scholars Foresight and Governance Project. November 2004

ObservatoryNano, *Developments in Nanotechnologies, Regulation and Standards*,  
Published under the ObservatoryNano project as deliverable D6.2.1, for Work Package 6 (WP6). (May 2009)

PAVLOPOULOS, M., GRINBAUM, A. & BONTEMS, V. , *Toolkit for Ethical Reflection and Communication* (Deliverable S D4. 4. 1 and D4.4.2). ObservatoryNano: European observatory for science-based and economic expert analysis of nanotechnologies, Work package 4: Ethical and societal impacts., CEA-LARSIM, 2010

SCENIHR, *Request for a Scientific Opinion via Accelerated Procedure: Scientific basis for the definition of the term "nanomaterial"*. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. (2010)

### Recursos d'Internet

<http://2045.com/> Accedit 10/12/2015

<http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=3946> Accedit 13/12/2015

[http://cordis.europa.eu/result/rcn/55409\\_en.html](http://cordis.europa.eu/result/rcn/55409_en.html) Accedit 23/10/2015.

[http://ec.europa.eu/archives/european\\_group\\_ethics/archive/2005\\_2010/activities/docs/opinion\\_21\\_nano\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/archives/european_group_ethics/archive/2005_2010/activities/docs/opinion_21_nano_en.pdf) Accedit 11/12/2015. HERMERÉN, G. , MARCZEWSKI, K., NIELSEN, L., *Opinion on the ethical aspects of nanomedicine - Opinion N° 21*, Opinion of the European Group on Ethics in Science and New Technologies to the European Commission, January 17, 2007

[http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/faq/definition\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/faq/definition_en.htm) Accedit 30/10/2015

[http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/faq/questions\\_answers\\_en.htm#7](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/faq/questions_answers_en.htm#7) Accedit 1/11/2015

[http://ec.europa.eu/growth/industry/key-enabling-technologies/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/industry/key-enabling-technologies/index_en.htm) Accedit 6/10/2015

[http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/docs/scenihro032.pdf](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihro032.pdf)  
Accedit 8/12/2015

<http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/key-enabling-technologies>  
Accedit 8/12/2015

[http://ec.europa.eu/research/consultations/snap/report\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/consultations/snap/report_en.pdf) Accedit 23/11/2015

[http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/consultation-nano-sinapse-feedback\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/consultation-nano-sinapse-feedback_en.pdf) Accedit 23/11/2015

[http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/nanocode-apr09\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/nanocode-apr09_en.pdf) Accedit 10/12/2015. Commission recommendation of 07/02/2008 *on a code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research & Council conclusions on Responsible nanosciences and nanotechnologies research.*

<http://echa.europa.eu/about-us> Accedit 9/11/2015

<http://echa.europa.eu/es/regulations/reach> Accedit 9/11/2015

<http://echa.europa.eu/regulations/nanomaterials> Accedit 9/11/2015

[http://ecostandard.org/wp-content/uploads/Nano\\_definition.pdf](http://ecostandard.org/wp-content/uploads/Nano_definition.pdf) Accedit 30/10/2015

<http://ethics.calpoly.edu/nanoethics/bad.html> Accedit 23/11/2015

<http://ethics.calpoly.edu/nanoethics/good.html> Accedit 23/11/2015

<http://ethics.calpoly.edu/nanoethics/index.html> Accedit 23/11/2015

<http://ethics.calpoly.edu/nanoethics/investments.html> Accedit 23/11/2015

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:EN:PDF> Accedit 30/10/2015. COMMISSION RECOMMENDATION of 18 October 2011 *on the definition of nanomaterial*, Official Journal of the European Union. EUR-LEX Access to European Union law.

[http://europa.eu/institutions/inst/comm/index\\_en.htm](http://europa.eu/institutions/inst/comm/index_en.htm) Accedit 8/12/2015. The European Commission. (n.d.). Europa website de European Union Institutions and other bodies

[http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=111\\_cong\\_bills&docid=f:h4502ih.txt.pdf](http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=111_cong_bills&docid=f:h4502ih.txt.pdf) (P.2 L.7) Accedit 4/12/2015



<http://humaitech.com/> Accedit 10/12/2015

<http://link.springer.com/journal/11569> Accedit 11/12/2015

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1530-9290.2008.00029.x/full> Accedit 23/11/2015

<http://plato.stanford.edu/entries/definitions/> Accedit 12/12/2015. GUPTA, A., "Definitions", The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2015 Edition), Edward N. Zalta (ed.)

<http://singularityu.org/> Accedit 10/12/2015

<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001395/139578e.pdf> Accedit 10/12/2015. UNESCO, *The Precautionary Principle*, World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST), Paris, 2005

<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001395/139578s.pdf> Accedit 4/12/2015

<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145951e.pdf> Accedit 10/12/2015. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Report: *The Ethics and Politics of Nanotechnology*, 2006

<http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=DefinitionNanomateriauxCommissionEuropeenneOctobre> Accedit 8/12/2015. MD avec l'équipe Avicenn. VeilleNanos. *Les enjeux des nanosciences et des nanotechnologies*, from EUROPE - *Adoption de la nouvelle définition des nanomatériaux par la Commission européenne : premières réactions et analyses*. (19 Octobre 2011).

<http://web2.uconn.edu/philosophy/department/millikan/clearct.htm> Accedit 10/12/2015. MILLIKAN, R., *On clear and confused ideas*, Cambridge University Press, 2000

[http://www.amchameu.eu/sites/default/files/position\\_papers/file\\_20130927\\_122019\\_RdOCwI\\_0.pdf](http://www.amchameu.eu/sites/default/files/position_papers/file_20130927_122019_RdOCwI_0.pdf) Accedit 11/12/2015. AmCham EU, *AmCham EU position on Nanotechnologies*, American Chamber of Commerce to the European Union. (March 16th 2010)

<http://www.anec.eu/anec.asp?p=about-anec&ref=01-01> Accedit 15/10/2015

<http://www.anec.org/attachments/ANEC-PT-2010-NANO-001final.pdf> Accedit 23/11/2015

<http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=1694> Accedit 23/11/2015

<http://www.beuc.eu/about-beuc/mission> Accedit 15/10/2015

<http://www.beuc.eu/publications/2013-00141-01-e.xls> Accedit 5/12/2015

- <http://www.beuc.eu/publications/2013-00141-01-e.xls> Accedit 5/12/2015
- <http://cientifica.com/wp-content/uploads/downloads/2011/07/Global-Nanotechnology-Funding-Report-2011.pdf> Accedit 12/12/2015.
- <http://www.crnano.org/benefits.htm> Accedit 4/12/2015
- <http://www.crnano.org/index.html> Accedit 23/11/2015
- <http://www.crnano.org/studies.htm> Accedit 23/11/2015.
- <http://www.etcgroup.org/es/issues/nanotechnology> Accedit 23/11/2015
- <http://www.etcgroup.org/fr/content/nano-risk-governance> Accedit 23/11/2015
- <http://www.etcgroup.org/upload/publication/171/01/thebigdown.pdf> Accedit 15/7/2009. The Action Group on Erosion, Technology and Concentration (ETC Group). *The Big Down: From Genomes to Atoms*, (January 2003)
- [http://www.ethique.gouv.qc.ca/fr/assets/documents/Nano/Avis-Ethique\\_et\\_nano\\_WEB.pdf](http://www.ethique.gouv.qc.ca/fr/assets/documents/Nano/Avis-Ethique_et_nano_WEB.pdf) Accedit 8/12/2015. Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie (CEST). *Avis: Éthique et Nanotechnologie: se donner les moyens d'agir*, Gouvernement du Québec, 2006, p. 27, 33
- <http://www.ethique.gouv.qc.ca/fr/assets/documents/OGM/OGM-avis-FR.pdf> Accedit 25/7/2009. Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie (CEST). *Avis: Pour une gestion éthique des OGM*, Gouvernement du Québec, 2003
- <http://www.euractiv.com/food/small-details-hamper-commission-nano-definition-news-503665> Accedit 8/12/2015. Euractiv.com. *Commission's nano policy lost in definition*, (2011, April 4)
- <http://www.foresight.org/> Accedit 23/11/2015
- <http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp> Accedit 8/12/2015
- <http://www.heritage.org/Research/Regulation/hl818.cfm> Accedit 8/12/2015. GRAHAM, J.D.. *The Perils of the Precautionary Principle: Lessons from the American and European Experience*, Published by The Heritage Foundation, Washington, DC, (January 15, 2004)
- <http://www.irgc.org/>; <http://www.irgc.org/issues/nanotechnology/> Accedit 23/11/2015
- <http://www.its.caltech.edu/~feynman/plenty.html> Accedit 11/10/2014
- <http://www.kurzweilai.net/> Accedit 22/11/2015
- <http://www.livescience.com/7147-scientists-worry-potential-risks-nanotechnology-food.html> Accedit 23/11/2015

<http://www.macleans.ca/society/life/how-nanobots-will-help-the-immune-system-and-why-well-be-much-smarter-thanks-to-machines-2/> Accedit 2/11/2015

<http://www.nano.gov/about-nni> Accedit 7/12/2015

<http://www.nano.gov/about-nni> Accedit 8/12/2015

<http://www.nanoandsociety.com/> Accedit 23/11/2015

[http://www.nanomagazine.co.uk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=916:opinion-does-nanomedicine-really-belong-to-the-field-of-nanotechnology&catid=120:issue-19](http://www.nanomagazine.co.uk/index.php?option=com_content&view=article&id=916:opinion-does-nanomedicine-really-belong-to-the-field-of-nanotechnology&catid=120:issue-19) Accedit 8/12/2015. MAITRA, A., *Does nanomedicine really belong to the field of nanotechnology?*, Nano. The magazine for small science (19). (August 06, 2010).

<http://www.nanotec.it/public/wp-content/uploads/2014/04/NanoCode-CodeMeterToolReport.pdf> Accedit 23/10/2015

[http://www.nanotec.it/public/wp-content/uploads/2014/04/NanoCode\\_MasterPlan.pdf](http://www.nanotec.it/public/wp-content/uploads/2014/04/NanoCode_MasterPlan.pdf) Accedit 23/10/2015

[http://www.nanotec.it/public/wp-content/uploads/2014/04/ObservatoryNano\\_Nanotechnologies\\_RegulationAndStandards\\_2010.pdf](http://www.nanotec.it/public/wp-content/uploads/2014/04/ObservatoryNano_Nanotechnologies_RegulationAndStandards_2010.pdf) Accedit 8/12/2015. MANTOVANI, E., PORCARI, A., M. MORRISON & GEERTSMA, R., *Developments in Nanotechnologies Regulation and Standards 2010.- Report of the Observatory Nano.* (2010, June).

[http://www.nanotec.it/public/wp-content/uploads/2014/04/ObservatoryNano\\_Nanotechnologies\\_RegulationAndStandards\\_2012.pdf](http://www.nanotec.it/public/wp-content/uploads/2014/04/ObservatoryNano_Nanotechnologies_RegulationAndStandards_2012.pdf) Accedit 8/12/2015

<http://www.nanotec.org.uk/report/Nano%20report%202004%20fin.pdf> Accedit 15/7/2009. The Royal Society, *Nanoscience and Nanotechnology: Opportunities and Uncertainties*, 2004

<http://www.nanotech-now.com/columns/?article=841> Accedit 8/12/2015

<http://www.nanotech-now.com/ethics-of-nanotechnology.htm> Accedit 15/7/2009. The ethics of nanotechnology (February 7, 2007)

<http://www.nanotechproject.org/cpi/> Accedit 18/10/2015

<http://www.nanotechproject.org/cpi/> Accedit 4/12/2015

<http://www.nanotechproject.org/news/archive/9231/> Accedit 16/11/2015

<http://www.nanowerk.com/> Accedit 5/12/2015

<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=1792.php> Accedit 13/12/2015

<http://www.nanowerk.com/news/newsid=23117.php> Accedit 8/12/2015. NanoWerk News, *More criticism of EU's nanomaterial definition from ANEC*, NanoWerk. (2011, October 20).

<http://www.nanowerk.com/news/newsid=23122.php> Accedit 30/10/2015

<http://www.nanowerk.com/products/products.php> Accedit 7/9/2015

<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=15996.php> Accedit 8/15/2015. Nanowerk, M. n.. *EHS research requires independent nanomaterial characterization*. (2010, April 27)

<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=1781.php> Accedit 23/11/2015

<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=4498.php> Accedit 2/11/2015

<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=5736.php> Accedit 8/12/2015

<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=5736.php> Accedit 8/12/2015

<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=6905.php> Accedit 11/12/2015. BERGER, M., *Europe and the U.S. take different approaches to Converging Technologies*, Nanowerk LLC, 2008

<http://www.nap.edu/read/11248/chapter/1> Accedit 6/11/2015. Institute of Medicine (Estats Units d'Amèrica), *Implications of Nanotechnology for Environmental Health Research*, Lynn Goldman et Christine Coussens (dir.), Roundtable on Environmental Health Sciences, Research and Medicine, Board of Health Sciences Policy, Washington, D.C., The National Academies Press, 2005

<http://www.nature.com/nnano/journal/v4/n11/full/nnano.2009.265.html> Accedit 23/11/2015

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2426787/> Accedit 26/10/2015. WEBSTER, T. J., *Nanomedicine: what's in a definition?*, *Int J Nanomedicine*. 2006 Jun; 1(2): 115–116

<http://www.pensament.com/filoxarxa/filoxarxa/plat1a3s.htm> Accedit 10/12/2015. FiloXarxa. Diccionari enciclopèdic de filosofia

<http://www.prw.com/article/20111019/PRW/310199967> Accedit 8/12/2015

<http://www.researchandmarkets.com/research/kv6mm5/nanotechnology> Accedit 23/11/2015

<http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:181801&type=org&disposition=inline> Accedit 3/11/2015. E.A.J. Bleeker et al., *Interpretation and implications of the European Commission Recommendation on the definition of nanomaterial RIVM Letter Report*, National Institute for Public Health and the Environment. Ministry of Health, Welfare and Sport 601358001/2012

<http://www.rsc.org/chemistryworld/Issues/2004/September/nanotech.asp> Accedit 6/12/2015

<http://www.rsc.org/chemistryworld/Issues/2004/September/nanotech.asp> Accedit 6/12/2015

<http://www.technologylawsources.com/files/2010/02/HR-4502-The-Nanotechnology-Education-Act-as-introd.pdf> Accedit 8/12/2015. WU, D., *A Bill to Strengthen the Capacity of Eligible Institutions to Provide Instruction in Nanotechnology*. 111TH Congress 2nd Session in the House of Representatives (2010)

<http://www.un.org/millenniumgoals/pdf> Accedit 8/12/2015. The Millennium Development Goals

<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=78&ArticleID=1163> Accedit 11/12/2015. *United Nations Environment Programme, Rio Declaration on Environment and Development*, Juny 1992

[https://bioethicsarchive.georgetown.edu/pcbe/background/nanotechnology\\_implications.html](https://bioethicsarchive.georgetown.edu/pcbe/background/nanotechnology_implications.html) Accedit 8/12/2015. CROWE, S. (2008). Staff Paper, The President's Council on Bioethics, *Understanding the Ethical Implications of Nanotechnology: Highlights of a Limited Inquiry By the President's Council on Bioethics*

[https://ec.europa.eu/research/consultations/pdf/nano-consultation\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/consultations/pdf/nano-consultation_en.pdf) Accedit 23/11/2015

<https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v8n2/grinbaum.html> Accedit 11/12/2015  
DUPUY, J.P., GRINBAUM, A., *Living with Uncertainty: Toward the Ongoing Normative Assessment of Nanotechnology*, *Techné: Research in Philosophy and Technology*, Volume 8 Number 2, Spring 2005

[https://www.nanotechproject.org/process/assets/files/7060/nano\\_pen16\\_final.pdf](https://www.nanotechproject.org/process/assets/files/7060/nano_pen16_final.pdf) Accedit 11/12/2015. SANDLER, R., *Nanotechnology: The Social and Ethical Issues*, PEN-16, The Project on Emerging Nanotechnologies (PEN), The Woodrow Wilson International Center for Scholars & The Pew Charitable Trusts, Gener 2009

<https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST-NNAP-NNI-Assessment-2008.pdf> Accedit 8/12/2015. The President's Council of Advisors on Science and Technology, *"Second Assessment and Recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel"* (April 2008)



**ANNEX 1.** Article publicat a Ramon Llull  
Journal of Applied Ethics: *Are (official)*  
*ethical approaches to nanotechnology*  
*affected by cultural context and tradition?*





**ARE (OFFICIAL) ETHICAL  
APPROACHES TO  
NANOTECHNOLOGY  
AFFECTED BY CULTURAL  
CONTEXT AND TRADITION?  
A COMPARATIVE ANALYSIS:  
EUROPE–USA<sup>1</sup>**

---

*Pere Ruiz Trujillo, Albert Florensa & Salvador Borrós*

**Abstract:** Lately, nanotechnology has become one of the main topics in the debates regarding what has been called the *Next Industrial Revolution* within what are known as *emergent technologies*. This paper contains a comparative analysis of the different philosophical groundings, arguments and principles invoked in the official ethical approaches proposed by each of two of the main Western communities. By *official ethical approaches* or *official positions* we mean the opinions officially expressed by the government institutions about how ethical considerations prompted by nanotechnologies should be tackled. The analysis is based, then, on the official points of view, expressed through two documents, namely two official releases issued by governmental offices or institutions in both communities, Europe and the United States of America, and considered by the authors as representative of the official opinions of the governmental institutions in each society.

---

<sup>1</sup>This paper was received on January 15, 2011 and was approved on March 15, 2011

**Keywords:** *nanoscience, nanotechnology, ethics, consequentialism, cost-benefit analysis, cultural context, deontology, precautionary principle.*

## INTRODUCTION

Some experts, especially from US government agencies and industrial organisations, qualify nanotechnologies as *the next industrial revolution* (National Nanotechnology Initiative, 2000), with all the social, legal and ethical implications that this entails. How individuals and communities face up to the social, legal and ethical implications of nanotechnology may be influenced by different socio-cultural specificities (Schummer, 2008). Two of the communities that are investing the most public and private resources in nanotechnology are the European Union and the United States of America. Could the respective approaches of these two communities to the ethical considerations revealed by nanotechnology, if there are any, be shaped by their respective cultural traditions and social contexts? According to Spanish philosopher Adela Cortina, the

*...American way of thought goes along with the American way of life, traditionally imbued by pragmatism. Rational decision-making for actual situations is what really matters and, consequently, what informs the maxims that make it possible. Much more is unnecessary because then discrepancies arise; hence, trying to delve beyond the surface when making decisions only contributes to increasing disagreement. On the other hand, the European, and mainly Germanic, way of philosophising is not satisfied with this modest approach and keeps searching for explicit principles (Cortina, 1993).*

In this quotation, Cortina is referring to a general framework, but this pattern is still valid when talking specifically about the ethical issues of nanotechnology. In this sense, J. Schummer points out five dimensions of cultural diversity affecting the perception of ethical issues of nanotechnology in different societies: language, cultural heritage, economy, politics and ethical framework (Schummer, 2008).

We analysed the main ideas contained in two selected official documents released by both society's governmental institutions which can be considered the official positions in both communities, and we then used this analysis

to compare how the ethical aspects of nanotechnology are being officially dealt with in both regions.

## CHALLENGES OF NANOTECHNOLOGY

The properties of materials at the nano-scale and the capacity to manipulate atoms to shape matter leaves the door wide open to almost an infinite number of technological possibilities and makes difficult to talk about nanotechnology as a specific discipline. Instead, that it would be more accurate to refer to it as a cross-sectional technology. We can think, then, about nano-applications in almost any scope. This is why there are authors who prefer to use the term *nanotechnologies*, in plural, an opinion that can have consequences such as how to study its ethical aspects (Gordijn, 2005).

Our personal position on these issues depends on our individual moral values, and it seems logical to also expect a correlation between traditional collective values, which form the *ethos* of a community, and the way this particular society as a whole handles them through its institutions, such as through funding policies or research agendas (Berger, 2008). Biotechnology gives us examples of how individuals and communities base their responses to the controversial values issues that can be historically attributable to cultural background. In this technological field, we can see how GMOs have been treated differently in Europe (where the precautionary principle has taken the prominent role) and in the USA, where the *substantial equivalence* principle has been the main argument (Hunt & Mehta, 2006) (Comission de l'Éthique de la Science et de la Technologie (CEST), 2003).

## ETHICS OF NANOTECHNOLOGY. WHAT'S NEW?

Like any human activity, nanotechnologies deserve a reflection to address the questions as to the moral correctness or incorrectness of our decisions and our actions or omissions. But does nanotechnology raise new aspects of a moral nature that cannot be resolved through today's ethical reflection? The answer to these questions is not trivial, and there are divergent arguments on both sides.

Nanotechnology, in combination with biotechnology (nano-bio-

technology) and especially its application to human health, which we call *nanomedicine*, goes deeply into an area that can touch very basic values, duties and rights and even the essence itself (if we can speak of an essence) of human beings as individuals (as living entities and as human) and of the human species as a whole.

Thus, nanotechnology can be seen as an enabler (Bruce, 2006) which provides other leading technologies with ability, giving them the tools to reach the goals that until now have only been described as science fiction.

## **ETHICAL APPROACHES TO THE NANO-ISSUE**

The amazing promises for the future of nanotechnology mean that in recent years progress on research investments in this field, both public and private, has become a race between the main world powers, a race in which none of them wants to be left behind. Holding primacy in the nanotechnological universe has become a strategic goal.

Because to our knowledge, specific regulations for technologies in the nanometer scale have not yet been fully developed by the legislative bodies, nowadays the limits on research and application fall within the voluntary moral scope and thus represent a challenge for ethics, which also should play a major role in the regulatory process that must inevitably be pursued in the near future.

Several groups from both sides of Atlantic, more or less involved with research and/or with societal and ethical aspects of technology, have expressed their opinions on the ethical issues that should be addressed in a world in which nanotechnologies are used (Hermerén, Marczewski & Nielsen, 2007; Van de Poel, 2008; The Ethics of Nanotechnology, 2007; Fernández Agis & Fernández Castillo, 2007; The Royal Society, 2004; The Action Group on Erosion, Technology and Concentration, 2003; Swiss Reinsurance Company, 2004 & Davies, 2009). There are also several independent multidisciplinary groups specifically dedicated to reflecting on what could be called the responsible development of nanotechnology, including The Foresight Institute, The Center for Responsible Nanotechnology and The Nanoethics Group. Likewise, international organisations like UNESCO have expressed their opinion (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO, 2006). Governmental agencies are the other actor involved as the depositories of governments' trust. The agencies, in fact, hold

the regulatory responsibility as representatives of the entire population. Nevertheless, it seems that more attention should be paid to ethical aspects of nanotechnologies in view of the low number of publications compared to the research efforts in this field (Mnyusiwalla, Daar & Singer, 2003).

Among all these opinions, French thinker Jean-Pierre Dupuy spotlights some of the errors that are committed, in his opinion, when trying to develop a Nanoethics. He specifically highlights three major pitfalls:

Identification of ethics with prudence<sup>7</sup>, a certain conception of prudence that reduces ethics to a rational calculation of risks, in economic and not ethical terms; “confusing ethics and cost-benefit analysis (CBA)” and “constant formal switching between *technologies* and *techniques*”, that is to say, the frequent use of these terms as synonyms when they actually are related but not coextensive concepts (Dupuy, 2007).

In the other shore of Atlantic Ocean, in his report for the Project on Emerging Nanotechnologies North American philosopher Ronald Sandler describes what he thinks are three other of the most important misconceptions about ethics and emerging nanotechnologies: “It is too soon to tell what the social and ethical issues are”, “the nanotechnology revolution is inevitably good” and “the point of the social and ethical issues is to secure public acceptance” (Sandler, 2009). As can be seen, many opinions are being proffered, some of them suggesting that different errors are being made when dealing with ethical aspects of nanotechnologies.

In this paper, the official ethical positions that are being taken by two of the main players with regard to research in the field of nanotechnology have been analysed: Europe (European Union) and the United States of America.

The two *official* texts analysed, which have been selected under a criterion of *officialdom*, including the procedures used to reach the conclusions, could be seen as concise expressions of two different world views and may or may not reflect the public opinions within each society. We can assume the limitations that this analysis strategy can confer on the conclusions drawn, given the aim of the paper, which is restricted to an assessment of the official postures. Hence, the scope of the analysis is not an extensive meta-study based on an individualised survey of the single opinions expressed by the different groups or individuals from each society but an analysis of the arguments and principles shown in two specific official releases that we consider reliable barometers of their respective official positions.

## Cultural contexts and traditions

Different dimensions of cultural background specificities are key influences on the perception of the ethical issues of nanotechnology (Schummer, 2008).

History shows that, even with the common Plato-Aristotle heritage that confers a certain perspective of the world (teleology, essentialism, causality) on the whole Western philosophical tradition, later differences can be observed if we look into the philosophical principles guiding the evolution in thinking at European level. On the one hand is continental Europe and on the other is the UK. These differences are indeed transposed overseas to the point that we could now speak of two philosophical traditions, one European-continental and the other Anglo-American.

Focusing on moral reasoning, continental traditional thinking can be roughly considered close to a deontological approach to moral issues, mostly with a Kantian influence, and a contractualist point of view of society, all within the Greek tradition framework which provides the aforementioned essentialist, teleological and causality factors. Meanwhile, other philosophical streams have arisen in the British Isles in the past few centuries: British Empiricism, Hume's scepticism, moral emotivism, Hobbes' socio-political view and consequentialism, especially utilitarianism with the figures of J. Bentham and J. S. Mill as the fearliest proponents can be considered important philosophical influences on the later Anglo-Saxon world view, which is somehow related to the analytic philosophical stream. Thus, while continental Europeans seem inevitably pushed to search for principles (understood as universalisable rationally justifiable rules) and committed to an underlying human essence that has to be either preserved or reached, Anglo-Saxons seem to feel devoted to *evaluable* facts and effects in order to obtain a kind of science-based maximisation of utility, frequently taken as either happiness or welfare, setting aside what can be considered, from this standpoint, *speculative* assessments, although some duty-influenced aspects crop up every now and then, as in the case of stem cell research in recent times.

The truth is that both cultural contexts accept the idea that a single theory of ethics is not enough to reach all the answers in every decision-making process, and that considering different theories at different times would yield better results. Summarising, we could state that articulated joints of different theories, with the predominance of deontological elements on continental Europe and utilitarian elements in the Anglo-American area

of influence, are respectively the guidelines for moral reasoning in both communities. Although this distinction might seem subtle, this difference in nuance can actually lead to divergent conclusions.

These influences may be at the root of the results of a 2005 study (Gaskell *et al.*, 2005).<sup>2</sup> Somehow Americans seem to feel more confident and comfortable with science and technological innovations than Europeans (Hunt & Mehta, 2006). That could be due to a different historical vision of the nature-human tension. Roughly, Europeans seem to feel attached to something like an essentialist idea of a given human nature which is meant to be preserved or at least which deserves to be considered; Habermas speaks in this sense about the division between *the grown and the done* based on an Aristotelian conception of the world (Habermas, 2001). Virtues like prudence and excellence, among others, and the precautionary principle, combined with a teleological vision, are the cornerstones of good and the good life. In contrast, North Americans would take this tension as a kind of struggle in which human welfare has to prevail over nature's threats. Science and technology have become the means to accomplish this goal. With this point of view, a consequentialist approach to the process of decision-making will be seen as adequate, and the principle of utility would be the proper criterion to assess the worthiness of an action. Briefly, it is good if its consequences or effects are good; thus, a balance between pros and cons becomes the fundamental moral instrument. However, a connection with deontology-contractualism has to be considered as well in the North American contemporary tradition through John Rawls' theory of justice, which harks back to concepts like justice and dignity (Rawls, 1971).

Geopolitical aspects of both communities can also be counted among the factors that could affect the way new challenges are handled. The European Community is made up of several independent states/communities, each with its own history, cultural background and set of values which have to be put together, and which can lead to a necessary degree of public dialogue. This represents a socio-political context in which a universalistic scheme like discursive ethics, proposed mainly by the philosophers J. Habermas and K.O. Apel, finds a good breeding ground as a means of

---

<sup>2</sup> According to this study perception of nanotechnology seems to be much more positive in the US than it is in the European Community, thus a 50% of Americans versus a 29% of Europeans think that nanotechnologies will improve our lives, and 35% of Americans versus 53% of Europeans admit that they don't know what nanotechnologies will bring.



grounding moral reasoning (Cortina, 1986). Inasmuch as it can be defined as a more harmonized society compared to Europe, the USA could not see a public dialogue with normative purposes as so necessary.

How these cultural contexts and traditions are reflected in the official approaches to the potential ethical, social and legal aspects of nanotechnologies in each community will be discussed shortly.

Additionally, it is interesting to mention here what the Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie (CEST) in Québec (Canada) underscores in its report dedicated to the ethical management of genetically modified organisms (GMOs) (CEST, 2003). The Québécois attribute the adoption of the precautionary principle in their *façon de faire* to the Europeans, while a *substantial equivalence* approach characterizes the North American way, according to CEST. This is regarding the GMO issue, but it is interesting to note the parallelism with nanotechnologies, as CEST also says in its report on *Ethics and Nanotechnology* (CEST, 2003). CEST defines the Canadian attitude as closer to the USA's but recognises the suitability of adding some degree of the European precautionary manner.

A recent report (June 2010) from the NANO project observatory (European Centre for Analysis Expert, Scientific and Economic Nanotechnologies) entitled "Toolkit for Ethical Reflection and Communication", contains the following statement: "The European promotion of the precautionary principle contrasts sharply with the United States' confidence in cost-benefit analysis" (Pavlopoulos, Grinbaum & Bontems, 2010, p. 24), which would be in line with our thesis.

### The official European approach

The European Commission, the body in charge of representing the interests of the EU as a whole, is made up of political representatives of all the member states but is independent from national governments (The European Commission). In February 2008 it released a document containing a series of recommendations and a code of conduct (European Commission, 2008), acceptance of which is voluntary, aimed at responsible research in nanoscience and nanotechnology, which could be considered the substantiation of the ethical reflection on nanotechnology in Europe, at least temporary.

Both the procedure for its preparation and the document itself define the position taken on the Old Continent.



The recommendations, objectives, scope, definitions and the code of conduct that appear (as well as the regular revisions that the document itself foresees) have been developed based on the results of participatory processes among everyone involved (*stakeholders*): the member states, researchers, companies, investors, consumers, citizens. This participatory approach reflects the European intention to adopt a dialogic attitude, a discursive ethics approach of a deontological nature that specifically grounds its regulatory procedural principles on the discussion between anyone who might be affected by the norm in question (and the presumed consensus that can result to ensure that all the stakeholders accept it) as a source of objectivity (or inter-subjectivity) sought as the moral criterion, which is especially appropriate in communities where diversity is a defining trait, as it is in the European Union. In this sense, the EU has promoted the creation of research projects (NanoBio-Raise, 2008; (Hullmann) in the ethical, legal and social aspects (ELSA) that are essential for shaping the EU's official position.

With regard to the substantive part, i.e., the code of conduct, a reading of its *General Principles* gives us an idea of the position adopted, which is primarily deontological. It is a voluntary code of conduct, a statement of intent with no binding force. This, in fact, is one of the most controversial aspects of the code, as some people think that the European Commission should already begin to legislate.

Thus, the General Principles contained in the EU Code of Conduct are (in this order):

- *Meaning*: Research activities in nanotechnology must be understandable to the public and must respect fundamental rights and seek the welfare of both individuals and society.
- *Sustainability*: These activities must be safe, ethically acceptable and should contribute to sustainable development, according to the Community's objectives and to the United Nations Millennium Development Goals (composed of 8 goals and 21 quantifiable targets, monitored by 60 indicators) (United Nations, 2008).
- *Precaution*: The precautionary principle is one of the main pillars of the European position, as shall be explained later on.
- *Inclusiveness*: Transparency and respect for the right to information of all those concerned must be taken into consideration in all research activities in Nanoscience & Nanotechnology. It must be ensured that participation in the decision making process of all the involved or affected agents is allowed.

- *Excellence*: This is a reference to the ethics of virtue. Research activities must comply with the best standards and guidelines of good laboratory practices.
- *Innovation*: Nanoscience & Nanotechnology research should be clearly focused on the maximum creativity, flexibility and capacity for planning of innovation and development.
- *Accountability*: The ethics of responsibility is evident in this principle, which stresses the need for researchers and organisations to be responsible for the social and environmental impact and on human health that their research might generate, today and in future generations.

In their titles and in the respective explanatory texts, these principles contain references to concepts such as respect for fundamental rights, welfare, goals, the precautionary principle, transparency, the right to information, participation in decision-making, biological, physical and moral integrity, excellence and responsibility. In addition, they explicitly express consideration towards future generations, animals, plants and the environment. These are aspects that refer to a combination of different ethical theories, though mainly to a deontological kind of ethics and to an ethics of virtue.

However, some of these elements could also be interpreted from a utilitarian point of view, such as considerations of future generations and animals, as moral subjects to be taken into account when trying to get *the greatest happiness of the greatest number*, as well as references to the balance of risks and benefits of nanotechnology and the welfare of both individuals and community. A strategic calculation of the consequences that this kind of analysis assumes induces us to think about a consequentialist approach to a certain extent.

In spite of this, the primary axis of reflection in Europe, if any, is the precautionary principle. It is made explicit in one of the principles of the code of conduct, entitled, as we have already seen, *Precaution*. But the influence of the precautionary principle is not limited to this point; rather it can also be noticed as a grounding factor in different independent European works on the topic (Michelson, 2004).

The precautionary approach is the practical application of the philosophical basis of precaution given by the precautionary principle and provides us with tools to deal with situations where "...scientific evidence is insufficient, inconclusive or uncertain, and preliminary scientific evaluation

indicates that there are reasonable grounds for concern (...) inconsistent with the high level of protection chosen by the EU” (UNESCO, 2005), following the EU’s definition.

We could say that nanotechnology mostly fits those characteristics that would make the application the precautionary principle appropriate: (1) complexity of the natural and social systems that govern the causal relationships between certain human activities and their consequences, and (2) unquantifiable scientific uncertainty in the characterisation and assessment of hazards and risks (UNESCO, 2005). These properties make some decisions to be taken about a certain activity, such as nanotechnology, unfeasible for cost-benefit analysis methods only. Therefore, it seems reasonable to think that the content of the precautionary principle might be a good option if applied properly (Weckert & Moor, 2008).

On the other hand, the precautionary principle has its detractors whose main arguments, though not the only ones, are that it slows down innovation and economic progress, or that the precautionary principle is, in fact, an inappropriate way to manage risk based on fear (Sunstein, 2005) because the energies of regulators and regulated communities may be diverted to the speculative hazards (Graham, 2004).

### The official North American approach

Regarding the official American position, we could say that it is summarised in the document released by the President’s Council of Advisors on Science and Technology (PCAST) (The President’s Council of Advisors on Science and Technology, 2008).<sup>3</sup>

PCAST reviews the work of the National Nanotechnology Initiative program (NNI) through the National Nanotechnology Advisory Panel

---

<sup>3</sup> “...an advisory group of the nation’s leading scientists and engineers who directly advise the President and the Executive Office of the President. PCAST makes policy recommendations in the many areas where understanding of science, technology, and innovation is a key to strengthening our economy and forming policy that works for the American people. PCAST is administered by the Office of Science and Technology Policy (OSTP).” “The Council’s 35 members, appointed by the President, are drawn from industry, education, and research institutions, and other nongovernmental organizations. In addition, the Director of the Office of Science and Technology Policy serves as PCAST’s Co-Chair.” The President’s Council of Advisors on Science and Technology website Home Page, Retrieved November 30, 2009, from <http://www.ostp.gov/cs/pcastv>

(NNAP). The NNI was established in 2001 and since then it has coordinated the federal government's activities related to nanotechnology (About the NNI).

This document is a compilation of information on the state of the art of nanotechnology around the world. It includes information on the latest developments, trends in investment, the position of USA in the nanotechnology landscape, patents, publications, the market situation and strategic recommendations. Possible ethical implications are treated in the section "Implications: Addressing Environmental, Health, Safety, and Ethics Issues Responsibly". This chapter may be considered the expression of the official position on the ethical reflection and is partly based on queries to different nanotechnology research groups in the country's universities and especially on the participation of the President's Council on Bioethics (PCB), which conducted a study whose conclusions were published in a summary (Crowe, 2008).

The PCB's text, which expresses the opinions of bioethics experts, is organised around three questions: How could nanotechnology affect human health and the natural environment? Can nanotechnology actually be considered a new kind of technology with new ethical implications? And how it could endanger human dignity?

The fundamental ideas expressed in this section of the PCAST document are the following:

There are currently no ethical aspects attributable only to nanotechnologies, beyond what is typical of new technologies. In any case, nanotechnological developments that raise important ethical questions, such as in terms of human dignity, do not exist yet; therefore, conducting an in-depth ethical analysis is considered premature, although there are many applications in which concepts like human dignity, identity, privacy and fundamental rights may be affected. The current official U.S. position is then opposed to the existence so far of grounds for eventual potential *nanoethics* as a specific discipline, and advocates the integration of the ethical reflection on nanotechnologies into the global reflection on new technologies, basing this opinion on a *substantial equivalence* between nanotechnologies and other technologies already existing. This is not to say that a reflection on the ethical issues arising from nanotechnologies is not deemed necessary, but it does mean that this reflection is essentially equivalent to ethical reflections on other technologies.

However, risk assessment research for specific nanotechnologies is considered important, as is research into the benefits and social implications,

integrated with research activities and technical development with the recommended participation of researchers in the fields of the social sciences and the ethics of technology and academic experts in science, technology and society, in order to establish frameworks to ensure that the net effect of applying nanotechnologies is positive. Preparation of a future code of conduct is not ruled out someday, if deemed necessary.

The main recommendation is to continue research efforts in the areas of environment, health and safety (EHS).

This approach, pragmatic and focused on the efficiency of results, which seek a maximization of utility, in the form of welfare, through a strategic-instrumental calculation of the factors, suggests a kind of consequentialism or a pragmatic approach in which the consequences or effects determine the moral goodness of actions. This is particularly an essentially utilitarian view in which the principle of utility becomes the leading normative guideline. In this case, the maximum aggregate utility, in terms of welfare of the greatest number, would be used to determine the moral goodness or acceptability of a technological application without it being considered necessary yet to deal with deontological aspects.

However, the truth is that deontological elements are not completely discarded in the American perspective. The experts on the President's Council on Bioethics, for example, mention questions about human dignity in their report (Crowe, 2008), although they are postponed (in fact, they are not mentioned explicitly in the PCAST document) as they are not considered relevant factors at this moment.

Moreover, talking about the process of creating the official position, the prevailing opinion in this case is the opinion of the official advisory agencies. Although other experts and public opinions are being actually heeded, this is for informational purposes and not with the aim of starting an open participatory process of deliberation. This is a methodology that may also reflect a pragmatist pattern: letting the experts talk may be the most efficient way of finding answers.

These positions can also be noted in recent official releases, such as the Nanotechnology Education Act (HR 4502 IH), recently introduced (January 2010) by House Representative David Wu. This does not intend to be an official pronouncement about ethical considerations, but from it one can deduce what are officially considered the most important issues in this field. The purpose of the document is

“to strengthen the capacity of United States secondary schools and institutions of higher education to prepare students for careers in nanotechnology (...)” in order to “(...) maximize the benefits of nanotechnology to individuals in the United States (...)”,<sup>4</sup> which is one of the goals identified and explicitly expressed within the section on Findings (Wu, 2010).

## CONCLUSIONS

Nanotechnologies indeed show the ethical implications of new or emerging technologies. Whether or not there are ethical issues unique to nanotechnologies that would make a specific ethical reflection worthwhile is still being discussed. There are supporters of both lines of thinking.

Several group and individual opinions have been proffered about the ethical aspects of nanotechnologies, and the European Commission and the President’s Council of Advisors on Science and Technology have both released documents expressing what we can consider the official positions of the European Union and the United States of America, respectively. Both documents can be considered the highest official documents up to date explicitly expressing an opinion on this topic.

The European Commission, following a discursive process, has produced a document that includes recommendations and a code of conduct for research in nanoscience and nanotechnology. In this document, the active involvement of everyone who might be affected (*stakeholders*) was sought. A list of principles based primarily on ethical considerations of a deontological nature was included, with special attention to the precautionary principle, which could be considered the backbone of the reflection. In addition,, elements of the ethics of virtue and some consequentialist tips can be observed in the document.

On the other hand, the United States of America, through the President’s Council of Advisors on Science and Technology (PCAST), has expressed its position regarding the ethics of nanotechnologies in a single section of a document dedicated to nanosciences and nanotechnologies as a general topic.

The *official* North American point of view states that so far nano-

---

<sup>4</sup> [http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=111\\_cong\\_bills&docid=f:h4502ih.txt.pdf](http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=111_cong_bills&docid=f:h4502ih.txt.pdf) (P.2 L.7)

technologies do not require a specific ethical reflection different from that required for other new technologies. This opinion is based on an approach influenced by the principle of *substantial equivalence*.

In the North America, the ethical grounds are fundamentally utilitarian, with the principle of utility as the main moral criterion, which refers to a weighing of the possible consequences in terms of risks, benefits and social implications. Although deontological issues such as human dignity are mentioned by some authors, thinking about them at the moment is considered premature.

The differences noted between the European and U.S. approaches may respond to current intrinsic peculiarities of the two communities, as well as being a manifestation of the historical and cultural heritage and social circumstances of each society, especially regarding moral philosophy, the Old Continent on the one hand and Anglo-American society on the other.

## REFERENCES

- About the NNI*. (n.d.). Retrieved December 9, 2008, from the National Nanotechnology Initiative website: [http://www.nano.gov/html/about/home\\_about.html](http://www.nano.gov/html/about/home_about.html).
- Berger, M. (2008), *Europe and the U.S. take different approaches to Converging Technologies*. Retrieved June 13, 2009, from Nanowerk LLC: <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=6905.php>.
- Berne, W. R. & Schummer, J. (2005), "Teaching Societal and Ethical Implications of Nanotechnology to Engineering Students through Science Fiction", *Bulletin of Science, Technology & Society*, 25 (6), 459-468.
- Bruce, D. (2006), "Ethical and social issues in nanobiotechnologies: Nano2Life provides a European ethical think tank for research in biology at the nanoscale". *EMBO Rep.*, 7 (8), 754-758.
- Comission de l'Éthique de la Science et de la Technologie (CEST). (2003). *Avis: Éthique et Nanotechnologie: se donner les moyens d'agir*. Government of Québec.
- (2003). *Avis: Pour une gestion éthique des OGM*. Government of Québec. Retrieved July 25, 2009, from [http://www.ethique.gouv.qc.ca/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=17&Itemid=73](http://www.ethique.gouv.qc.ca/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=17&Itemid=73).
- Cortina, A. (1986), *Ética mínima. Introducción a la filosofía práctica*. Tecnos, Madrid.
- (1993). *Ética Aplicada y Democracia Radical*. Tecnos, Madrid.



- Crowe, S. (2008). *Staff Paper, The President's Council on Bioethics*. Retrieved December 9, 2008, from Understanding the Ethical Implications of Nanotechnology: Highlights of a Limited Inquiry by the President's Council on Bioethics: [http://www.bioethics.gov/background/nanotechnology\\_implications.html](http://www.bioethics.gov/background/nanotechnology_implications.html).
- Davies, J. (2009), *Oversight of Next Generation Nanotechnology*. The Woodrow Wilson International Center for Scholars, The Project on Emerging Nanotechnologies (PEN).
- Dupuy, J. (2007), "Some Pitfalls in the Philosophical Foundations of Nanoethics". *Journal of Medicine and Philosophy* (32), 237-261.
- European Commission. (2008). *Commission Recommendation of 07/02/2008 on a code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research*.
- Fernández Agis, D. & Fernández Castillo, A. (2007), "La nanotecnología, inquietudes sociales y problemas éticos derivados". *El Catobepilas. Revista crítica del presente*, 61.
- Feynman, R. (1959, December). *There's Plenty of Room at the Bottom. An Invitation to Enter a New Field of Physics, Engineering and Science*. Retrieved February 5, 2009, from <http://www.its.caltech.edu/~feynman/plenty.html>.
- Gaskell, G., Eyck, T., Jackson, J. & Veltri, G. (2005). Imaging nanotechnology: Cultural support for technological innovation in Europe and the United States. *Public Understanding of Science*, 14, 81-90.
- Gordijn, B. (2005), "Nanoethics: From utopian dreams and apocalyptic nightmares towards a more balanced view". *Science and Engineering Ethic*, 11 (4), 521-33.
- Graham, J. (2004), *The Perils of the Precautionary Principle: Lessons from the American and European Experience*. The Heritage Foundation, Washington, DC.
- Habermas, J. (2001), *El Futuro de la Naturaleza Humana. ¿Hacia una Eugenesia Liberal?* Paidós, Barcelona.
- Hermerén, G., Marczewski, K. & Nielsen, L. (2007), "Opinion on the ethical aspects of nanomedicine", *Opinion*, 21. The European Group on Ethics in Science and New Technologies to the European Commission
- Hullmann, A. *European activities in the field of ethical, legal and social aspects (ELSA) and governance of nanotechnology*. European Commission, DG Research.



- Hunt, G. & Mehta, M. (Eds.). (2006). *Nanotechnology: Risk, Ethics and Law*. London, Sterling, VA: Earthscan.
- Michelson, E. (2004). *Analyzing the European Approach to Nanotechnology, occasional paper on nanotechnology*. Woodrow Wilson International Center for Scholars Foresight and Governance Project.
- Mnyusiwalla, A., Daar, A. S. & Singer, P. A. (2003). "Mind the gap: Science and Ethics in Nanotechnology". *Nanotechnology*, 14 (3), R9–R13(5).
- NanoBio-Raise. (2008), *Responsible Action on Issues in Society and Ethics*. Retrieved from List of other (EU) nanoethics projects: [http://nanobio-raise.org/Members/susanne/document.2007-06-22.3119798394/document\\_view?portal\\_status\\_message=Your%20contents%20status%20has%20been%20modified](http://nanobio-raise.org/Members/susanne/document.2007-06-22.3119798394/document_view?portal_status_message=Your%20contents%20status%20has%20been%20modified)
- National Nanotechnology Initiative (2000), *Leading to the Next Industrial Revolution*. US National Science and Technology Council's Committee on Technology.
- Pavlopoulos, M., Grinbaum, A. & Bontems, V. (2010), *Work package 4: Ethical and societal impacts. Toolkit for Ethical Reflection and Communication* (Deliverable S D4. 4. 1 and D4.4.2). ObservatoryNano: European observatory for science-based and economic expert analysis of nanotechnologies., CEA-LARSIM.
- Rawls, J. (1971). *A Theory of Justice*. Harvard University Press.
- RNCOS. (2009, May). *Nanotechnology Market Forecast to 2013*. Retrieved August 20, 2009, from <http://www.reportlinker.com/v2/p0118193/Nanotechnology-Market-Forecast-to-2013.html>.
- Sandler, R. (2009). *Nanotechnology: The Social and Ethical Issues*. The Woodrow Wilson International Center for Scholars & The Pew Charitable Trusts, The Project on Emerging Nanotechnologies (PEN).
- Schummer, J. (2008), "Cultural Diversity in Nanotechnology Ethics", in F. A. (eds.), *Nanotechnology & Society. Current and Emerging Ethical Issues*. Springer, Netherlands, pp. 265-280.
- Sunstein, C. R. (2005). *Laws of Fear. Beyond the Precautionary Principle*. The Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Swiss Reinsurance Company (2004), *Nanotechnology. Small Matter, Many Unknowns*. Swiss Re Publications, Zurich.
- The Action Group on Erosion, Technology and Concentration (ETC Group) (2003), *The Big Down: From Genomes to Atoms*. Retrieved July 15, 2009, from <http://www.etcgroup.org/upload/publication/171/01/thebigdown.pdf>.

- The Ethics of Nanotechnology* (2007). Retrieved July 15, 2009, from nanotech-now: <http://www.nanotech-now.com/ethics-of-nanotechnology.htm>.
- The European Commission. (n.d.). *Europa website*. Retrieved December 2, 2009, from European Union Institutions and other bodies: [http://europa.eu/institutions/inst/comm/index\\_en.htm](http://europa.eu/institutions/inst/comm/index_en.htm).
- The Nanoroadmap Project. (2006). *Roadmaps at 2015 on Nanotechnology Application in the Sectors of: Materials, Health & Medical Systems, Energy. Synthesis Report*. AIRI/Nanotech IT.
- The President's Council of Advisors on Science and Technology. (April 2008). *Second Assessment and Recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel*. Retrieved November 30, 2009, from [http://www.ostp.gov/galleries/PCAST/PCAST\\_NNAP\\_NNI\\_Assessment\\_2008.pdf](http://www.ostp.gov/galleries/PCAST/PCAST_NNAP_NNI_Assessment_2008.pdf)
- The Royal Society (2004), *Nanoscience and Nanotechnology: Opportunities and Uncertainties*. Retrieved July 15, 2009, from <http://www.nanotec.org.uk/report/Nano%20report%202004%20fin.pdf>.
- UNESCO (2005), *The Precautionary Principle*. UNESCO, World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST), Paris.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2006). *Report: The Ethics and Politics of Nanotechnology*.
- United Nations (2008), *The Millennium Development Goals Report 2008*. Retrieved July 1, 2009, from <http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/The%20Millennium%20Development%20Goals%20Report%202008.pdf>.
- Van de Poel, I. (2008), "How Should We Do Nanoethics? A Network Approach for Discerning Ethical Issues in Nanotechnology". *NanoEthics* (2), 25-38.
- Weckert, J. & Moor, J. (2008), "The Precautionary Principle in Nanotechnology", in F. Allhoff, P. Lin, J. Moor & J. Weckert (Eds.), *Nanoethics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology*, pp. 133-159. Wiley-Interscience.
- Wu, D. (2010), *A Bill to Strengthen the Capacity of Eligible Institutions to Provide Instruction in Nanotechnology*. Retrieved April 6, 2010, from 111<sup>TH</sup> Congress 2nd Session; in the House of Representatives: [http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=111\\_cong\\_bills&docid=f:h4502ih.txt.pdf](http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=111_cong_bills&docid=f:h4502ih.txt.pdf).

**ANNEX 2.** Article publicat a Comprendre,  
Revista Catalana de Filosofia: *Ethical  
reflection on nanotechnology; but what  
does “being nanotechnological” mean? A  
contribution from an epistemically realist  
point of view.*



# ETHICAL REFLECTION ON NANOTECHNOLOGY; BUT WHAT DOES «BEING NANOTECHNOLOGICAL» MEAN? A CONTRIBUTION FROM AN EPISTEMICALLY REALIST POINT OF VIEW

Pere RUIZ TRUJILLO  
Salvador BORRÓS GÓMEZ  
Albert FLORENSA GIMÉNEZ

## Abstract

Nanotechnologies are considered to be one of the spearheads of emerging technologies. They are qualified by some as a new technological revolution, in the sense that they can change the way humans perceive ourselves and relate to our natural and social environments. If a human activity is thought to cause such revolutionary changes, it should be accompanied by a reflection. In order to give such a reflection an ethical dimension we need to fix a framework, a set of commonly accepted definitions of concepts and terminology. Questions like: «what does being nanotechnological mean?» do not seem satisfactorily answered, or the answers given to date do not seem to satisfy all stakeholders. We analyze the lacks in some of the definitions found in available literature. From this analysis, and taking as a basis the philosophical paradigm of epistemic realism, which we claim it could be adequate for ethics purposes, we go on to propose an approach which, we argue, could motivate further thinking on definitions that could serve ethics reflection on nanotechnologies.

**Key Words:** Nanotechnology, Ethics, Epistemology, Definition

## Resum

Les nanotecnologies són considerades una de les puntes de llança de les tecnologies emergents. Alguns fins i tot les qualifiquen com una nova revolució tecnològica, en el sentit que poden canviar la manera en que els humans ens percebem a nosaltres mateixos i com ens relacionem amb el nostre entorn social i natural. Si una determinada activitat humana pot comportar canvis tan revolucionaris, hauria d'anar acompanyada d'una reflexió. Per tal de donar a aquesta reflexió una dimensió ètica, és convenient

fixar un marc, un conjunt de definicions de conceptes i terminologia acceptada. Preguntes com ara: què significa «ser nanotecnològic»? no semblen estar respostes de manera totalment satisfactòria, o al menys les respostes donades fins ara no semblen satisfer a tots els afectats. Anàlitzem les mancances en algunes de les definicions trobades a la literatura disponible. A partir d'aquesta anàlisi, i prenent com a base el paradigma filosòfic del realisme epistèmic, del qual afirmem que pot ser adequat per propòsits ètics, proposem un enfocament que entenem que pot motivar el pensament sobre noves definicions que puguin ajudar en la reflexió ètica sobre les nanotecnologies.

**Paraules clau:** Nanotecnologia, Ètica, Epistemologia, Definició.

---

## 1. Introduction

Nanoscience and nanotechnology are considered part of what some authors call emerging and converging technologies, the spearheads of scientific research and technological development in all kind of fields. Thus, whenever a research line receives the «nano» label, in no matter what field, it automatically conveys the idea of techno-scientific novelty. Nanotechnological applications can be very different in biology, medicine, chemistry, physics, materials science, engineering, electronics, or security. Consequently, terms like «nanomedicine», «nanochemistry», «nanobiology», «nanoelectronics», etc. are commonly used to refer to the applications on «nanotechniques» to different fields of science and technology. In order to point out this kind of transversality, some authors prefer to refer to «nanotechnologies» instead of «nanotechnology» (Gordijn, 2005).

Some sources, including the National Nanotechnology Initiative, affirm that progress in nanosciences and nanotechnologies, and the world of possibilities that this progress entails, could imply a new technological revolution (National Nanotechnology Initiative, 2000). If that is so, then a reflection is needed; and not only a general philosophical reflection, but also a reflection centered in the ethical and social issues which originate from these stunning novelties.

Before trying to give an answer to many other relevant questions, or as an early step in the reflection process, there is a primary concern to be addressed: we need to fix, as much as possible, the reflection framework. We need to agree on the reference and the scope of our reflection. If our aim were to perform an ethical reflection on weaponry we would first have to define what a weapon is, even if we agree that the border between being and not being a weapon can be very vague. The same way, if it is our intention to reflect on something called «nanotechnology», first we have to try to find out, if vaguely, where the border between being «nano» and not being «nano» is. We could

consider this to be the problem of meaning, which will determine the reference framework of nanoscience and nanotechnologies (ObservatoryNano 2009). An ethical reflection on a given entity and on its implications can be hindered if we do not have a fairly clear idea of what we are referring to when we use the linguistic repertory associated to that given entity.

The 2010 ANEC/BEUC inventory lists examples of 475 products available on the EU market claiming to contain nanoparticles (ANEC/BEUC, 2010). According to the Woodrow Wilson International Center for Scholars (2011), over 1300 *nano*-based products are commercialized worldwide, and these include commodities, cosmetics, pharmaceuticals, materials or electronic devices. And this figure continues to increase. Nevertheless, the only criterion for being included in this inventory is not an epistemic one but merely the manufacturers' declaration (Woodrow Wilson International Center for Scholars, 2011). Actually, there are still no fully agreed standards of what «being nano» means for a product. The European Commission feels committed to solve this need, and has published a new definition of «nanomaterial» (Official Journal of the European Union, 2011), but this definition does not seem to fully satisfy everyone, and criticism has immediately aroused (Clark, 2011), (NanoWerk News, 2011), (MD avec l'équipe Avicenn, 2011).

Therefore, one of the first problems that we must face when beginning a reflection on a new field of knowledge or an emerging technology, as is the case of nanoscience and nanotechnology, is the meaning of words and concepts. Only by doing so can we reasonably fix the scope of reflection. The questions that we should be able to answer are one way or another summarized in the generic «what do “nanoscience” and “nanotechnology” mean?». And this question includes others which range from «How do we recognize a single entity as “nanotechnological”?» –assuming that «being nanotechnological» is something that may be predicated of some entities– to «Is the intention of a manufacturer or researcher reason enough to give the «nano» label to the object of their work?». Moreover, is nanotechnology always something really new, or is it sometimes only a new terminology for already existing knowledge or applications? Is there an ontological basis or a good epistemological reason for us to believe that there is a differentiated scope of knowledge deserving a specific new terminology?

There is still no agreement within the scientific community on these questions. But the significant number of marketed products labeled as «nanotechnology», and the fact that the «nanotechnology» tag is already a widely used tool, by both public and private funding institutions, demands such an agreement.

This paper analyzes different kinds of definitions used in the area of nanoscience and nanotechnology. After examining the problems that these definitions show, the paper proposes an epistemically realist reflection as an adequate approach to the kind of definition that could be appropriate when the final purpose is moral reflection.

## 2. Definitions

The defining of things may differ depending on the function or purpose of the definition. The defining (and the definition) of «gold» will not be the same if it is made by a jeweler, a chemist, a poet or someone who is writing a dictionary. Even if the four of them, *prima facie*, are referring to the same entity –the substance known as «gold»– the approaches will be different. In this sense, a definition with positive regulatory functions may be different from a definition whose intention is to indicate the object of philosophical reflection, even if both have the same entity as reference. According to the Stanford Encyclopedia of Philosophy, «The different definitions can perhaps be subsumed under the Aristotelian formula that a definition gives the essence of a thing».<sup>1</sup> If this is accepted, then a realist approach –including notions like *concept*, *substance* or *essence* as existing things– could be adequate in order to find a definition that responds to the function of interest for an ethical reflection on nanotechnologies. Then, the relevant question is «what are the actual facts that make a particular entity nanotechnological as compared to others that are not?», or «which real fact or set of existing circumstances make that particular «nanotechnological entity» interesting?». These questions drive us to the fundamental one: what is *to be* nanotechnological? What is the *essence* of nanotechnology?

### 2.1 Current definitions

There is a general recognition that there is a lack of consensus definitions in «nanoterminology» (Mantovani, Porcari, Morrison, & Geertsma, 2010), (Maynard, 2011), (Stamm, 2011), (Euractiv.com, 2011). Besides that, there are particular demands on certain terms like «nanomaterial» (AmCham, EU, 2010), (SCENIHR, 2010) or «nanoparticle» (Schmid & Fenske, 2010).

In response to a petition of the European Commission, the Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) gave its opinion on what they consider the essential elements, from a scientific point of view, to elaborate a working definition with regulatory purposes of the term «nanomaterial». This opinion gives also an analysis of the criteria used in the different definitions that can be found in specialized literature. According to the SCENIHR, size is the main defining element in every definition of nano-scale and nanomaterial. They also recommend taking into account the size distribution and the standard deviation, as well as the specific surface (in relation to volume, not to mass). Despite admitting that there is no scientific evidence as to whether a given size determines the «nano» characteristic of a product, they consider it important to use measurable criteria as their main aim is regulatory. It is in

<sup>1</sup> <http://plato.stanford.edu/entries/definitions/>. Accessed 8 April 2011



this sense that the SCENIHR accepts size as the main definition criterion and propose accepting the conventional agreement of the 1 to 100 nanometers range for size and of  $60 \text{ m}^2/\text{cm}^3$  as the lower limit for the surface/volume ratio (SCENIHR, 2010).

But the fact is that it is not yet fully clear whether the use of the prefix «nano» in terms like «nanomaterial», «nanoparticle», «nanoscience», «nanotechnology» or «nanostructured» in both the specialized literature and in generalist publications is always epistemologically justified if their intention is to refer to things different than «material», «particle», «science», «technology» or «structured» respectively. Thus, it seems necessary to deepen the reflection about the uses of this terminology (Nanowerk, 2010), (International Alliance for NanoEHS Harmonization).

A first step could be approaching to a conceptual definition of «nanotechnology», and we could start with an analysis of what can be found in the scientific literature. The classification proposed by Schummer (2007) is clarifying in order to summarize these definitions. The entry «Definitions» of the *Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Gupta, 2009) can also be helpful in this sense, and we will use it eventually as a complement.

### 2.1.1 Nominal definitions

Nominal definitions seek to define a term with a set of necessary and sufficient conditions. In order to simplify, we could say that nominal definitions are the definitions that we usually find in a dictionary. This would be the case for the most commonly used «nano-» definitions. There are other definitions, compatible with this kind, that define «nanoscience» as the study of matter and its properties, and nanotechnology as the manipulation, design and/or creation of materials, devices, products or functions at the nanometric scale, a scale commonly defined as the range between 1 and 100 nanometers ( $1 \text{ nm} = 10^{-9}\text{m}$ ) (Hunt & Mehta, 2006).

Thus, according to this set of definitions, all those entities in which at least one of its dimensions is within the 1-100 nm range are considered objects of nanoscience or nanotechnology. Therefore, if we follow the nominal definitions scheme, size is the necessary and sufficient condition for being «nanotechnological». This definitions focus almost exclusively on size. This is an interesting option from the regulatory point of view, because the stipulation of a specific range of size, a measurable property, greatly facilitates the task of identification/classification of entities.

According to the SCENIHR (2010) «there is no scientific evidence in favour of a single upper limit. However, there is by general consensus an upper limit of 100 nm which is commonly used. There is no scientific evidence to qualify the appropriateness of this value»<sup>2</sup> Thus, the sizes given as benchmarks in this type of definitions are in fact

---

<sup>2</sup>SCENHIR, *op.cit.*

arbitrary or stipulated. Such definitions could thus also be included in the so-called «stipulated definitions» appearing in the entry «Definitions» of the Stanford Encyclopedia of Philosophy (Gupta 2009). These solutions can be considered reasonable when the goal is of a pragmatic nature, such as legislation, but of little epistemic value –fundamental, in our opinion– when the purpose is related to ethical reflection. The different size scales are themselves conventional means that we use to measure space, instruments used to characterize objects in a relative way (in relation to a given scale) and/or to compare/classify things according to their sizes. But from a realist point of view, when predicating something substantial of a given entity, there should be a good reason for it, i.e. there should be a causal relationship between what is predicated and a real fact or set of real facts. For instance: if we classify a given object as «microscopic», as belonging to what we define as «the microscopic world», it is not because this object is in the micrometric range, but because it cannot be seen by the naked human eye. The truth is that there is a number of tiny entities that a normal human being is unable to see without the help of an external device (a microscope), due to their smallness. Within the naturally limited microscopic world, being micrometric is instead arbitrary, accidental. For the microscopic world the essential real fact includes the participation of human beings, not as conscious creators of an arbitrary criterion based in the metric scale, but as holders of a capacity –eyesight or the perception through the eyes of a specific range of light spectra– that is naturally limited. This natural human limit is thus part of the essence of «being microscopic». In a similar way, from a realistic point of view, if it were true that being «nanotechnological» was something real the fact of being «nanotechnological» would have to be causally related to a real fact, even if this real fact was in one way or another connected to the interaction that humans have with the objects in question.

On the other hand we now know that nanometric particles exist, either naturally produced or as byproducts of given human activities, and that they have always been present in our lives or were even produced back in Ancients Rome and Egypt with technical purposes and used as cosmetics, pigments or weapons, long time before we were aware of their nanometric condition (Walter, *et al.*, 2006), (Mitin, Sementsov, Vagidov, 2010), (Reibold; Paufler; Levin; & Kochm, 2006). Is it correct to say that Romans or Egyptians were working on «nanotechnology» thousands of years ago?

Besides, taken literally, nominal definitions could embrace almost every field of science and technology dealing with material objects, because most materials can in one way or another be considered «nanostructured» since their molecular structure, at the nanometric level, is always responsible for some of the properties in which their technological uses are based.

Strictly following this definition nanotechnology does not seem to entail anything new, other than the name itself. In fact, a nominal definition of nanotechnology can be used by some companies and researchers to label their products and researches as «nano», only as a launch pad.

### 2.1.2 Teleological definitions

Other approaches define the nanotechnological nature of objects taking their future uses or goals as a reference. This is what Schummer (2007) calls the teleological approach. These goals can be general values such as health, security or wellbeing, or relative values like «smaller», «stronger» or «cheaper». In any case, teleological definitions of nanotechnology are expressed as visions of a future technology that will radically change every dimension of human life. Following this definition, a research could be qualified as «nanotechnological» if it helps to carry out these visions of nanotechnology, i.e., if it helps to achieve the expected or predicted goals. These objectives range from «shape the world, atom by atom», to trans-humanist ideas which raise even an hypothetical «immortality» of human beings. These forecasts could be directly qualified as science-fiction and seem more intended for shaking emotions than for producing knowledge.

The main objection to definitions of this kind is that these visions are generally scientifically impossible or unfeasible, at least in a foreseeable future. As a matter of fact, it is difficult to relate them to current research activities.

In this case, the corresponding definition in the *Stanford Encyclopedia of Philosophy* could be a combination of the «explicative definition» and a peculiar form of «stipulative definition» that could be better qualified of «speculative».<sup>3</sup>

### 2.1.3 Real definitions

A third kind of definition is what we could call, along with Schummer (2007), «real definitions». These refer to a list of specific research topics included regularly under the denomination of «nanotechnology» in national research programs, research centers, scientific publications and conferences. This kind of definition is based on a historical use of the word, and it considers the concept as a set of elements that make up its extension.

But a definition based on a list like this presents some problems when used for ethical reflection. The first problem is that the research areas included in the list belong to very different disciplines, and it is almost impossible to find a common point between them. If this was not enough, they encompass the most advanced research in their respective fields. This problem could be partially solved if we spoke of «nanotechnologies» instead of using «nanotechnology», as Gordijn (2005) suggests. Another problem of this type of definition is that it is very unspecific, and it can differ substantially in time and in different countries. Anyhow, this definition does not tell us anything about the nature of «nano», and this does not help us in our task of forming a concept of «nanotechnology» that would enable us to identify possible ethical aspects.

---

<sup>3</sup><http://plato.stanford.edu/entries/definitions/>. Accessed 8 April 2011

## 2.2 Realist reflection

We accept the utility of all the different kinds of definitions mentioned above for their different purposes, like regulation. However, in our opinion, a more adequate definition for the purpose of ethical reflection could be found.

Our objective is to reflect philosophically on the moral issues that can arise from an eventual «*nano-scope*», that is to reflect on the existence of certain «moral facts» linked to nanotechnological entities. The existence of «moral facts» related to nanotechnological entities seems connected to the existence of «epistemic facts» in these same entities, as both moral and epistemic facts are normative facts (Cuneo, 2007). Then, an epistemic realist approach could be seen as a good path to explore the elaboration of a definition of «nanotechnology». But even if moral realism (the acceptance of the existence of moral facts) is only a philosophical posture, an epistemic realist position (the acceptance of the existence of epistemic facts and therefore of objective epistemic truths) continues to be, in our opinion, an adequate option to think about the existence of a «*nano-scope*», to determine whether it is real (facts-based) or it is conventionally stipulated, and to formulate a suitable definition with the purpose of ethical reflection. Reaching a definition that captures the essence of the concept that we generically call «nanotechnology» appears then to be a task that will have to be done as we increase our scientific knowledge about it.

In this sense we could ask about our ability to recognize things in the world in successive encounters, through time and in different conditions; we could ask about how we develop and use concepts—in this case the concept of «nanotechnology»—to identify a certain entity and to make, if necessary, an eventual task of classification. In this regard, Ruth Millikan's proposals on what she calls «*“substance” concepts*» (Millikan 2000) as a central factor in her explanation on the mission of human cognitive mechanisms could be of some help, at least as a starting point. Millikan's ideas about *substances* show indeed an Aristotelian inspiration.<sup>4</sup> We must ask, in short, what makes something «nanotechnological» or what does being «nanotechnological» mean.

First we must ask about the nature of whatever we refer to through the use of the concept «nanotechnology». Which is its referent in the world? Is it a *substance* or a *real kind*?<sup>5</sup> If nanotechnology is a *substance* or a *real kind*, then we should be able to make projections (forecasts) about the entity «nanotechnology». A sort of invariable «organizing principle», with a real existence, which somehow gives us the ability to identify «nanotechnology» every time we come across it; the ability to recognize it, to learn

<sup>4</sup> *Metaphysics*, III, IV, IX.

<sup>5</sup> We refer here to «substance» and to «real kind» as understood by Ruth Millikan in Chapter 2 of *On clear and confused ideas* [7]: things we can learn things about that can be applied in successive encounters with them, for making projections and for which this possibility is not accidental but based on what we could call an «ontological ground of induction», or even «essence», in an extended sense.

things during an encounter that could be applied to future encounters, to make well-founded inductions, as with other substances that we get to know: «chair», «dog», «gold» or «chemistry». A «principle» that makes the substance be what it is and that, despite having a real existence and therefore an ontological character, is defined in epistemological terms because it helps us to recognize this substance, acting as a basis for making inductions about it. It is important to point out that our ability to identify substances is submitted to error, and that vagueness is an attribute of some concepts as could be the case for «nanotechnology».

In what could this «organizing principle» consist in the case of «nanotechnology»? It seems that the most intuitive answer is directly related to size (nanometric scale or nanoscale). But this solution is problematic for the reasons mentioned in the «Nominal definition» section. Thus, it seems appropriate to explore ways to complement it.

Let's have a look at what the extension of the concept of the substance «nanotechnology» would be. It would be defined by the substance itself; a substance that must be found in the world in the form of certain entities (activities, applications, objects, materials) considered to be «nanotechnological». In this sense, when we say that a certain entity «is “nanotechnology”», we are actually saying that this entity *is a part of* «nanotechnology» or maybe that *it is* «nanotechnological». This leads us to define «nanotechnology» as the set of entities considered to be nanotechnology, and we would then be talking of something very similar to the aforementioned «real definition». In this case we would still have to establish who has the right competence or authority to determine that an entity is «nanotechnology».

When we refer to an entity as *a part of* «nanotechnology», we must be aware that knowing that it is *a part of* nanotechnology leads us to some questions about this entity which need to be answered in order to truly identify it: What kind of entity are we talking about? To which field of science or technology does it belong? What new properties does it present? What are its dimensions? How can we use it? and so on.

At this point, and bearing in mind everything said above, we might also consider the possibility of thinking of «nanotechnology» as a kind of property (or set of properties) that certain entities (activities, applications, objects, materials) have, instead of considering it a substance. We would then be talking about the «nanotechnological» entities to refer to those activities, applications, objects and materials that have the property of «nanotechnology». We would then have to think about the property «being nanotechnological» and about the concept of the property «being nanotechnological». In this case the question is: What is for an entity «to be nanotechnological»?

### 2.2.1 An approach to a realist definition

In order to answer these questions, and whether we consider «nanotechnology» a property or a substance, we must first elucidate which are the real facts related with an

entity that cause certain properties to show up and that lead us to considering it *nano* (be it an activity, an application, an object or a material) and that are instead not present in an analogous non-*nano* entity. What makes the difference between substance<sup>6</sup> «X» and substance «*nano*-X»? As we have already seen, «nanotechnology» is commonly used to refer to those things that meet certain size criteria; specifically, at least one of the physical dimensions of the entity has to be in the nanoscale, defined as the 1-100 nm range. But these physical limits are not supported by scientific evidence, as we have already mentioned (SCENIHR, 2010).

According to researcher Amarnath Maitra there is no semantic parallelism between nanotechnology and nanomedicine. In other words, the same set of characteristics that make a certain technology «nanotechnology» are not always met when literature refers to «nanomedicine» (Maitra, 2010), as happens for instance with applications based on cellular uptake of nanosized materials such as drugs or other chemicals. He therefore believes that at least a part of what is known as «nanomedicine» should not be considered «nanotechnology». We can find a definition of nanotechnology in Maitra's work that is quite interesting from the realist standpoint that we are proposing:

The study of physical properties such as electrical, optical, magnetic, mechanical and thermal characteristics of an entity in which the surface atoms dominate over the bulk atoms is called nanotechnology» Moreover: «Incidentally, an entity dominated by surface atoms and depleted by bulk atoms automatically assumes nano-size in one, two or all the three dimensions of the material. Therefore nanotechnology is the science and technology of surface atoms. Because of the size restriction of these surface atom-dominated entities, the mobile electrons are confined either in quantum wells, quantum wires or in quantum dots.<sup>7</sup>

According to this definition, even if size is a property that must be taken into account when pointing to the essence of «nano», it does not seem fully appropriate to make size the only parameter when defining the «nano-terminology».

What make us think that a differentiated entity is worth the name of «nanotechnology» are the properties that are epistemically interesting to us in the entities that we call «nano». In other words, we are interested, epistemically speaking, in the discontinuities in the trends of some physical size-related properties (electrical, optical, magnetic, mechanical or thermal), and there is evidence that these discontinuities are a direct consequence of an increase of the surface/volume ratio, which in turn is a direct consequence of the fact that surface atoms of those material objects dominate over the rest of bulk atoms (SCENIHR, 2010). It is true that an object accomplishing these conditions

<sup>6</sup>Substance from the chemistry point of view.

<sup>7</sup>A. MAITRA, 2010, Op. Cit.

must necessarily have some or all its dimensions in a scale considered to be «nanometric» (1-100 nm), but this truth is in reality an accidental consequence of another fact. It seems that the ontological priority should be assigned rather to the fact that surface atoms predominate over bulk atoms than to the fact that the object has a certain size, because it is the first and not the latter (which actually is an effect of the first) that causes certain interesting properties to be relevant in that object. These properties can be associated to the scope of quantum phenomena, and cannot be observed when bulk atoms prevail over surface ones.

When surface atoms prevail, many of the properties of materials can vary in relation to the properties of these same materials at bigger scales; and it is precisely on these properties at the *nano*-scale that most of the applications of nanotechnologies base themselves, not exclusively on size as such. We are talking about properties such as electrical, optical, magnetic, mechanical or thermal. These «new» properties basically develop when, under certain restricted conditions, some quantum physics effects become relevant. Thus, if we considered a nominal definition based on a size range, how should we qualify an application where quantum effects were fundamental but with 200 nm objects, and so outside the stipulated «nano-metric range»? Could we consider it to be a «nano» application? And the other way round, should we consider «nano» an application based on objects within the stipulated size range, say 50 nm, even if no essential property of that application deviates from the trends shown in the macro scale? What if size was not even a fundamental feature for this application?

Given that the prevalence of surface atoms over bulk ones in certain entities gives origin to substantial differences when compared to entities with the opposite prevalence (perceptible through a number of physical properties over which we may perform based –not accidental– inductions), should we consider those entities to be different substances?<sup>8</sup> Only a real scientific and technological novelty would eventually justify epistemically the use of a new terminology such as «nano». This novelty would have to be proved through the study of these entities and the practical use of their «new properties», or by determining that we are talking about different substances. This is what could be qualified as «revolutionary». The fact that an object is undetectable to the naked human eye –or even to certain devices– because of its smallness is a condition already assigned to the «microscopic world». And the fact of a smaller object fitting in a smaller space is not exactly a new property either. This obviously does not mean that we can obviate the importance of the possibility of miniaturization down to the nanoscale as a facilitator for certain applications in which nanometric size certainly

<sup>8</sup>We understand here «substance» in the same sense as Millikan. So, a macrometric material shows physical properties (optical, electrical, thermic, mechanical or magnetical) very different to those of the «same» material in nanometric form (for example, gold vs. nanometric gold).



makes a difference. This is the case in certain nano-objects with a size in the «detection threshold» of some «physiological sensors».

Thus, if we follow this reasoning, we could split somehow the universe of technoscientific entities in two: the ones with predominance of bulk atoms over surface atoms and the ones with predominance of surface atoms over bulk atoms. The existence of observable differences in properties between the entities with predominance of bulk atoms over surface atoms and the ones with predominance of surface atoms over bulk atoms is what a realistic definition of «nanotechnology» should keep in mind. The realistic definition should take into consideration the historic-causal linking relation between the features that make nanotechnological *substances* epistemically interesting, and thus meaningful to us –the new observable properties–, and the facts that cause these features.

As such, the observable properties in a particular *substance* are nothing but the *expression* of certain structural features in this *substance*. When surface (atoms) overcomes (in number) bulk (atoms), quantum effects take relevance in some observable properties. These relevant quantum effects are in fact changing the trends in which we base our projections about observable properties of what we considered –maybe wrongly, and that is the key– the *same particular substance* (for example gold as compared to nanometric gold). The direct cause for this phenomenon is that, in the «nanotechnological» entities, there is predominance of surface atoms over bulk atoms and not the fact of being «nano-metric» *per se*, which would actually be a measurable consequence of the positive surface/bulk atoms balance itself. Surface atoms behave, at a quantum level, differently from bulk ones because they have different surrounding influences, and this is the reason for certain properties to show discontinuity at the point when predominance begins to be of surface over volume.

The possibility of submitting a specific property to a conventional measuring scale, as is the case of size in the metric scale, makes this property especially attractive at a practical level. But the ontological principle that provides us with an epistemic foundation on which to build a concept and a realistic definition should be of a more solid nature. In the case of «nanotechnology» it seems reasonable to link this principle to the surface atoms versus bulk atoms ratio, which is the real fact that primarily causes the effects that will finally be of importance to us: the discontinuity of the trend in certain observable properties.

Changes in the relevance of certain quantum effects may constitute an intermediate cause of the final observable outcomes, but are indeed a consequence of a previous cause: the reversal of the surface/bulk atoms ratio. Similarly, the size of one or more dimensions of the entities should also be considered a measurable and observable effect of the initial fact (ontologically speaking) already mentioned. It is a task for nanoscientific inquiry and for philosophical reflection to answer whether «being nanotechnological» is in itself a *property* of some *substances* or whether it is a characteristic that would



allow us, based on a principle with ontological character, to consider new *substances* or *natural kinds* that would have to be represented and recognized through a differentiated concept.

In summary, we consider that a feasible realist definition for *nanoterminology* that would allow us to fix the reflection framework for the ethical and social aspects that may arise from it could be based on the real facts mentioned: the existence of a discontinuity in certain observable physical properties (such as electrical, optical, magnetic, mechanical or thermal) (Maitra, 2010) that confer to the object in question certain characteristics, and the fact that this discontinuity has a causal relationship with the predominance of surface atoms over bulk ones. Of course, this necessarily implies that at least one of the external physical dimensions must be within the margins of what we call «the nanoscale». Whether or not this discontinuity is relevant for a specific application will determine the suitability of certain means as a way to achieve certain ends, but will not be pertinent as to determine whether the use of particular vocabulary to refer to certain reality is epistemically relevant. What we are proposing is a realistic definition strategy, an attempt to substantiate the combination of ontological and epistemic factors which are the heart of what «nanotechnology» actually is. Of course, a certain degree of vagueness must be accepted in a concept defined in such terms.

For nanotechnology to be the reference in the real world of a specific terminology in the language, it has to be identifiable as an ontologically differentiable entity (material or abstract), and thus based on the existence of an «ontological principle», an *essence*. It seems as well that something like the «ethical implications of nanotechnology» should be founded on the eventual moral implications of the use of «nanotechnological» entities related with the «ontological principle» that makes the entities being «nanotechnological», and not of any use of them. Otherwise we will not be talking about «ethical implications of *nanotechnology*».

### 3. A realist reflection on the ethical implications of nanotechnologies

It is not new that technology, as a human activity, raises some aspects that may affect different spheres of societies' and individuals' lives. Consequently, a reflection from the ethical perspective is relevant. Certainly, throughout the history of civilizations there have been specific technological advances that brought with them new paradigms, the implications of which meant a qualitative leap, further than the ongoing quantitative accumulation that technological development always implies. These technological advances have sometimes deserved, generally *a posteriori*, the creation of new tools for ethical thinking. Genetics and biotechnology in general, or the so-called ICTs (Information and Communication Technologies) and specially the Internet, are some examples of current technologies that have led to qualitative leaps and worth a special reflection.

It has been said that nanotechnologies represent a new technological revolution; if this is true, nanotechnologies could be bringing another of these «qualitative leaps». As seen, it is convenient to determine first the object of reflection and then find out in which aspects it could represent a genuine revolution and in which ones it is just another step forward in the continuous quantitative accumulation of scientific knowledge and technological development. For this purpose it is therefore necessary to define nanotechnology in the proper terms. An adequate choice on which to base the definitions of the «nano-scope» could be to consider that reality is something that exists independently of subjects, and that «nanotechnology» –a part of reality we should care about– is something founded on real facts whose existence is independent of us.

As modern techno-science has an operational character, in its paradigm, an entity will be considered as part of reality if it has power to act, i.e. it is true if it allows us to operate on nature. For instance, particle size is considered a real criterion as it allows us to measure physical dimensions of particles (which is an action on actual particles). In this context, our epistemically realistic approach could be dismissed by someone as useless, if compared to approaches such as those that enable us to classify entities by measuring them by technological means. However, power to act, as a criterion, does not fully fit in our approach, which is meant to be helpful for reflection, and not just for operational, purposes.

Nevertheless, size should not be totally discarded as one of the main properties that helps us to recognize nano-entities when considering their interaction with human beings. If «being too small to be seen by the naked human eye» is the fact already assigned, as a vague borderline, to recognize the «microscopic» scope, other size-based borderlines related to «bio-detectability» –linked to immunologic system or to the blood brain barrier, for example– could be assignable to species of the «nano» gender.

Another problem directly derived from this need of definitions is the possibility of an unfounded use of the «nano-» terminology, as a mere marketing tool by publications, manufacturers, researchers or thinkers. If *nanoterminology* were to respond to a realistic definition of nanotechnology, this would help to properly identify its ethical and social implications. Obviously, a proper identification of ethical and social implications of nanotechnologies is an essential early step of the ethical reflection. We need to know what we are reflecting about and we need to know if it is new to us or, conversely, is something we already knew.

As a recent contribution, the European Commission, within its 7<sup>th</sup> Framework Programme's NanoCode<sup>9</sup> project, is currently in the process of a multi-stakeholder dialogue collecting inputs to implement the European Code of Conduct for Nanosciences &

<sup>9</sup><http://www.nanocode.eu/>. Accessed on 11/10/2011.

Nanotechnologies Research. NanoCode Project is elaborating the CodeMeter,<sup>10</sup> a tool to measure the degree of implantation of the Code, and has recently released the second draft of its MasterPlan,<sup>11</sup> a compilation of «issues and options on the path forward with the EC Code of Conduct on Responsible N&N Research». One of the conclusions of the «Promoting responsible innovation: The future of the European Code of Conduct for Nanotechnologies»<sup>12</sup> international conference, held in Brussels in September 2011, was that it would be perhaps a good idea for the future of the «EU Code of Conduct for Nanosciences & Nanotechnologies Research» to be extended beyond «nano» to all emerging technologies, and beyond research to all the value chain, in part due to the difficulties found in the tasks of standardization and elaboration of definitions and to the complexity of determining the degree of novelty of nanotechnologies<sup>13</sup> as such. This seems a solution that somehow would direct efforts of ethical reflection towards the new properties of nano-entities because of being new (the novelty factor) rather than because of their size.

#### 4. Conclusions

Nanoscience and nanotechnology represent, according to several sources, a technological revolution as they open a whole world of possibilities by acceding to certain levels of matter, and promise substantial changes for individuals, societies, humankind and the environment. These changes demand a philosophical reflection to tackle the aspects of an ethical, social and legal order that this revolution may lead to.

For a reflection about the ethical, social and legal aspects, a first step is to fix the scope of reflection and this requires a reflection upon the meaning of the terminology used within the framework of nanoscience and nanotechnology, a task addressed in different forums but that seems not to be solved yet as some authors admit.

The specialized literature gives us different types of definitions of «nanotechnology». The most common are *nominal* definitions, but *teleological* and *real* definitions are also to be found. Generally, the different kinds of definitions respond to the functions for which the definition is elaborated.

We think that a definition from a *realist* point of view, based in notions like «*substance*» or «*essence*» as existing things, could be feasible for the purpose of ethical reflection.

<sup>10</sup> <http://www.nanocode.eu/files/codemeter-draft.xls>. Accessed on 11/10/2011.

<sup>11</sup> <http://www.nanocode.eu/files/masterplan-second-draft.pdf>. Accessed on 11/10/2011.

<sup>12</sup> <http://www.nanocode.eu/content/view/225/40/>.

<sup>13</sup> NanoCode International Conference: «Promoting responsible innovation: The future of the European Code of Conduct for Nanotechnologies». «Extending the boundaries of the Code?» Round table with representatives of different Countries to illustrate the respective position about responsible innovation and discuss the possibility of extending the Code's principles and approach on a global scale and beyond research.

tion. A *realist* definition has to be founded on real entities, and on what (the *essence*) makes something (the *substance*) be what it is. The *essence* can be seen as an «organizational principle» of ontological character but defined in epistemological terms, because it enables us to learn things of the substance that will be useful for making inductive projections.

Under the realist point of view, if nanotechnology is a novelty, a revolution or something *substantially* different from other technologies (i.e. if it is a different *substance* or a different *real kind*) and deserves a specific terminology, it must have an *essence*, even if we are unable to define it.

In line with an extended and popular interpretation, what makes nanotechnology be what it is, it is the fact that at least one dimension of the objects involved in the applications is within a stipulated range (1-100 nm). Under a realist point of view, though, it seems more reasonable to consider that it is the fact of the existence of a discontinuity in certain observable properties of the objects, and that this discontinuity has a direct causal link with the real fact of the number of surface atoms of these objects outweighing the number of bulk atoms and the resulting emerging new properties, mainly quantum-related. The fact that one or more dimensions of these objects are within the nanometric range is a necessary consequence of its high surface area/volume ratio, but not the primary cause of the observed discontinuity in certain properties.

We may consider that the ethical, social and legal implications of nanotechnologies are those issues that could, in some ways, affect individuals' lives, humankind development and/or social progress, and are derived from a use of «nanotechnological» entities based in what it really makes them be nanotechnological, i.e. the «new» properties due to the predominance of surface atoms over bulk atoms. The implications of a use based upon already known properties of the matter, such as «a smaller object fits in a smaller space» or invisibility due to miniaturization, are very important and should be taken into account, but it is not clear whether they represent real novelties –with the possible exception of those related with detection limits of certain biological sensor systems unreached until now.

Some European thinkers are envisioning extending the ethical reflection scope, and in consequence the EU Code of Conduct, from nano- to emerging technologies as a possible solution to vagueness and/or to problems derived from the lack of definition of nanotechnologies.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This paper has been partially supported by a Càtedra Ethos (Universitat Ramon Llull) grant.

## References

- AmCham EU. *AmCham EU position on Nanotechnologies*. American Chamber of Commerce to the European Union. (March 16th 2010).
- ANEC/BEUC. *Inventory of products claiming to contain nanoparticles available on the EU market*. (2010, October 21). Retrieved November 2, 2011, from ANEC, the European consumer voice in standardisation: <http://www.anec.eu/attachments/ANEC-PT-2010-Nano-017.xls>
- ARISTOTLE. (s.f.). 4. *Metaphysics*.
- A. CLARK. *PRW.com A Plastics News Global Group site*. (2011, October 19). Retrieved November 2, 2011, from Nano definition no small task for European Commission: <http://www.prw.com/subscriber/headlines2.html?cat=1&cid=1319022860>
- T. CUNEO, *The normative web. An argument for moral realism*. Oxford: Oxford University Press. (2007).
- Euractiv.com. *Commission's nano policy lost in definition*. (2011, April 4). Retrieved December 6, 2011, from <http://www.euractiv.com/innovation/commissions-nano-policy-lost-definition-news-503665>
- B. GORDIJN, «Nanoethics: from utopian dreams and apocalyptic nightmares towards a more balanced view». *Science and Engineering Ethics*, 11(4), 521-33. (2005)
- A. GUPTA. *Definitions*, Spring 2009. (E. N. Zalta, Editor). (2009). Retrieved April 28, 2011, from The Stanford Encyclopedia of Philosophy: <http://plato.stanford.edu/archives/spr2009/entries/definitions/>
- G. HUNT, M. MEHTA. *Nanotechnology: Risk, Ethics and Law*. London, Sterling, VA: Earthscan. (2006).
- International Alliance for NanoEHS Harmonization*. (n.d.). Retrieved April 25, 2011, from <http://www.nanoehsalliance.org/>
- A. MAITRA. «Does nanomedicine really belong to the field of nanotechnology?» *Nano. The magazine for small science* 19. (August 2010).
- E. MANTOVANI, A. PORCARI, M. MORRISON, R. GEERTSMA. *Developments in Nanotechnologies Regulation and Standards 2010 - Report of the Observatory Nano*. (June, 2010). Retrieved December 6, 2011, from [http://www.observatorynano.eu/project/filesystem/files/ObservatoryNano\\_Nanotechnologies\\_RegulationAndStandards\\_2010.pdf](http://www.observatorynano.eu/project/filesystem/files/ObservatoryNano_Nanotechnologies_RegulationAndStandards_2010.pdf)
- A.D. MAYNARD. «Don't define nanomaterials». *Nature* 475, (July, 2011) p.31.
- MD avec l'équipe Avicenn. *VeilleNanos. Les enjeux des nanosciences et des nanotechnologies*. Retrieved November 2, 2011, from EUROPE – Adoption de la nouvelle définition des nanomatériaux par la Commission européenne : premières réactions et analyses. (2011, October 19): <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=DefinitionNanomateriauxCommissionEuropeenneOctobre>
- R. MILLIKAN. *On clear and confused ideas*. Cambridge University Press. (2000).
- V.V. MITIN, D.I. SEMENSOV, N.Z. VAGIDOV. *Quantum Mechanics for Nanostructures*. New York: Cambridge University Press. (2010).
- NanoWerk News. *NanoWerk*. (2011, October 20). Retrieved October 28, 2011. From More criticism of EU's nanomaterial definition from ANEC: [http://www.nanowerk.com/news/newsid=23117.php?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=twitter&utm\\_campaign=Feed%3A+nanowerk%2FagWB+%28Nanowerk+Nanotechnology+News%29](http://www.nanowerk.com/news/newsid=23117.php?utm_source=feedburner&utm_medium=twitter&utm_campaign=Feed%3A+nanowerk%2FagWB+%28Nanowerk+Nanotechnology+News%29)
- Nanowerk, M. n. *EHS research requires independent nanomaterial characterization*. (2010, April 27) Retrieved April 30th 2010, from [http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=15996.php?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=Feed%3A+](http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=15996.php?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+)
- National Nanotechnology Initiative. *Leading to the Next Industrial*. US National Science and Technology Council's Committee. (2000).
- ObservatoryNano. *Developments in Nanotechnologies, Regulation and Standards*. Published under the ObservatoryNano project as deliverable D6.2.1, for Work Package 6 (WP6). (May 2009).
- Official Journal of the European Union. *EUR-LEX Access to European Union law*. (2011, October 18).

- Retrieved October 20, 2011, from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:EN:PDF>
- M. REIBOLD, P. PAUFLER, A. LEVIN, W. KOCHM. Materials: Carbon nanotubes in an ancient Damascus sabre«. *Nature* 444, (November, 2006) p. 286.
- SCENIHR. *Request for a Scientific Opinion via Accelerated Procedure: Scientific basis for the definition of the term «nanomaterial»*. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. (2010).
- G. SCHMID, D. FENSKE. «Metal clusters and nanoparticles». *Phil. Trans. R. Soc.*(368 A), (2010). p. 1207–1210.
- J. SCHUMMER. «Identifying Ethical Issues of Nanotechnologies». En *Nanotechnology: Science, Ethics and Politics*, (págs. 79-98). Paris: UNESCO Publishing. (2007).
- H. STAMM. «Risk factors: Nanomaterials should be defined». *Nature* 476, (August, 2011). p. 399.
- P. WALTER, E. WELCOMME, P. HALLÉGOT, N.J. ZALUZEC, C. DEEB, J. CASTAING, G. TSOUCARIS. «Early Use of PbS Nanotechnology for an Ancient Hair Dyeing Formula». *Nano Letters*, 6 (10), (2006). p. 2215-2219.
- Woodrow Wilson International Center for Scholars. *Project on Emerging Nanotechnologies*. (2011). Retrieved July 28, 2011, from Updates: <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/background/selection/>
- Woodrow Wilson International Center for Scholars. *The Project on Emerging Nanotechnologies*. (2011, October 3). Retrieved May 5, 2011, from Consumer products: <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/>
- XXI, E. I. (Ed.). (2000). Retrieved from [http://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/nanotecnologia\\_que\\_es.htm](http://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/nanotecnologia_que_es.htm)

Pere RUIZ TRUJILLO

Bioengineering Dep., Institut Químic de Sarrià (URL)  
[pere.ruiz@iqs.url.edu](mailto:pere.ruiz@iqs.url.edu)

Salvador BORRÓS GÓMEZ

Bioengineering Dep., Institut Químic de Sarrià (URL)  
[salvador.borros@iqs.url.edu](mailto:salvador.borros@iqs.url.edu)

Albert FLORENSA GIMÉNEZ

Càtedra d'Ètica, Institut Químic de Sarrià (URL).  
[albert.florensa@iqs.url.edu](mailto:albert.florensa@iqs.url.edu)

Article rebut: 10 de juliol de 2013. Article acceptat : 3 de setembre de 2013.

**ANNEX 3.** Currículum acadèmic, cursos, col·laboracions de càtedra, congressos i conferències (participació), congressos i conferències (assistència), publicacions.





### Curriculum Acadèmic.

Enginyeria Química	IQS (URL)	2001
Enginyeria Industrial especialitat Química	IQS (URL)	2001
Llicenciatura en Filosofia (Premi Extraordinari de la llicenciatura)	Universitat de Barcelona	2013
Diploma d'Estudis Avançats	IQS (URL)	2013

### Cursos:

**2012-2013** Bioètica (Màster de Bioenginyeria (URL)) (3 crèdits metodològics)

**2012-2013** Anàlisi ètic de sistemes econòmics, tecnocientífics i sociopolítics (Màster en Recerca per a Economia i Empresa (URL)) (3 crèdits metodològics)

**2012-2013** Governabilitat Global: l'exercici del poder social (Màster en Recerca per a Economia i Empresa) (2 crèdits fonamentals)

**2010-2011** Gestió de projectes i Legislació. (3 crèdits fonamentals)

### Col·laboracions de càtedra:

**Octubre 2008-Febre 2009** Laboratori d'experimentació en química (2<sup>o</sup> Llicenciatura en Química-Enginyeria Química). Supervisor Dr. Jordi Diaz

**Febrer 2009-Juny 2009** Laboratori de Química Física (2<sup>o</sup> Llicenciatura en Química-Enginyeria Química). Supervisor Dr. Jordi Diaz

**Octubre 2009-Febre 2010** Laboratori d'Experimentació en química (2<sup>o</sup> Llicenciatura en Química-Enginyeria Química). Supervisor Dr. Jordi Diaz

### Congressos i conferències (participació):

**Congrés Internacional: "La toma de decisiones en el ámbito bioético". 8-9 de noviembre 2010. Barcelona.** Organizat pel "Grupo de Investigación Bioética "Dignidad Humana, los estadios de la vida y el respeto a la diferencia"". Presentació i posterior publicació en els *proceedings* de la comunicació: "*¿Afectan el contexto cultural y la tradición a las posturas éticas oficiales respecto las nanotecnologías? Comparación Unión Europea-Estados Unidos.*"

**2<sup>a</sup> Conferència Internacional sobre Ètica i Valors Humans en Enginyeria (ICEHVE'10). Barcelona. 2-4 de març 2010.** Conferència organitzada per l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de la Universitat Politècnica de Catalunya centrada en la reflexió sobre la inclusió dels aspectes ètics i de valors humans en els programes docents dels ensenyaments d'Enginyeries. Participació en una taula rodona amb la comunicació: "*¿Son las nanotecnologias la nueva piedra filosofal?: implicaciones éticas de las expectativas exageradas.*"

### **Conferències, congressos i cursos (assistència):**

**International Conference: "Promoting Responsible Innovation: The Future of the European Code of Conduct for Nanotechnologies". Brussel·les. 29 setembre 2011.** Conferència de seguiment del projecte NanoCode, per la implementació i futura revisió del Codi de Conducta de la Comissió Europea.

**III Jornada Aplicacions Industrials de la Nanotecnologia. Barcelona. 29 maig 2009.** Conferència organitzada per NANOARACAT i el Centre Tecnològic LEITAT, amb el suport de La Cambra de Comerç de Barcelona.

**International Conference on Ethics and Human Values in Engineering. Barcelona. 5-7 març de 2009.** Una conferència organitzada per l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de la Universitat Politècnica de Catalunya centrada en la reflexió sobre la inclusió dels aspectes ètics i de valors humans en els programes docents dels ensenyaments d'Enginyeries.

**Ethicschool Nanotechnology. University of Twente, Enschede, The Netherlands. Agost 2008.** Congrès-Curs sobre els aspectes ètics de les nanotecnologies i eines docents aplicables.

**"Nanotecnologies en biomedicina". Curs Els Juliol de la UB. Juliol 2008.** Curs de 20 hores sobre diferents aplicacions tècniques de les nanotecnologies en el camp de la biomedicina.

**Governance and Ethics of Nanotechnology. First conference on the Recommendation of the European Commission on a Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research. Brussel·les (Bèlgica). Maig 2008.** La primera conferència organitzada per la Comissió Europea amb l'objectiu de copsar les reaccions de diferents agents implicats en la recerca en nanotecnologies al lliurament per part de la Comissió del document "Recommendation of the European Commission on a Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research"

**Seminari URL BES La Salle, Engineering and Ethical Practice. Barcelona. Maig 2008.** Seminari sobre les pràctiques ètiques en la professió d'enginyer.

### **Publicacions.**

RUIZ TRUJILLO, P., FLORENSA, A., BORRÓS, S., *Are (official) ethical approaches to nanotechnology affected by cultural context and tradition? A comparative analysis: Europe-USA*, Ramon Llull J Appl Ethics 2011;1:195-212

RUIZ TRUJILLO, P., FLORENSA, A., BORRÓS, S., *¿Afectan el contexto cultural y la tradición a las posturas éticas oficiales respecto las nanotecnologías? Comparación Unión Europea-Estados Unidos*, a *Bioética: la toma de decisiones*, Boladeras, M. (Ed.). Ed. Proteus, Barcelona, 2011. p.135-148

RUIZ TRUJILLO, P., FLORENSA, A., BORRÓS, S., *Ethical reflection on nanotechnology; but what does "being nanotechnological" mean? A contribution from an epistemically realist point of view*, *Comprendre*, Vol 16/1, 2014, p. 105-122

Aquest treball ha comptat amb el suport parcial de la Càtedra Ethos (Universitat Ramon Llull).