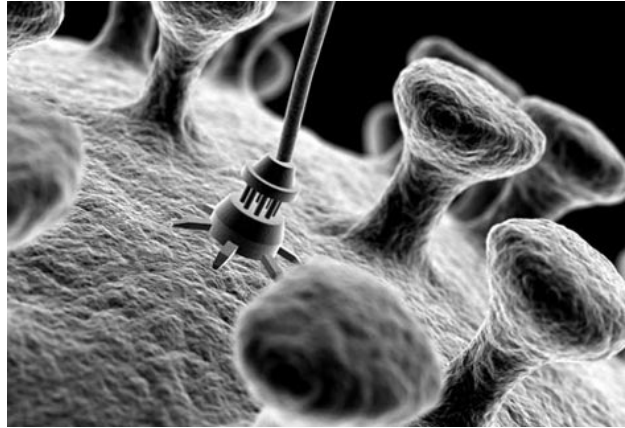
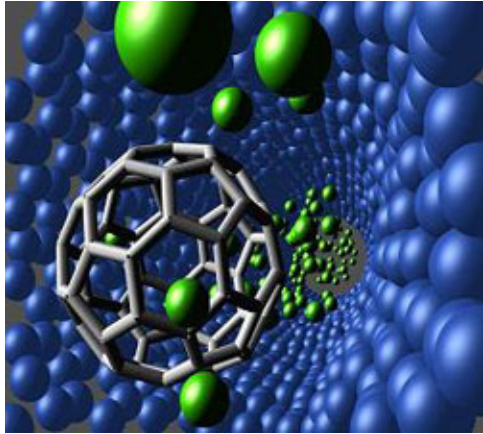


# NANOTEKNOLOGIA



Nolakoa izango da bizitza 25 urte barru?

**Naturaren Zientzietako aholkularitza  
Berritzegune Nagusi (Bilbao)**

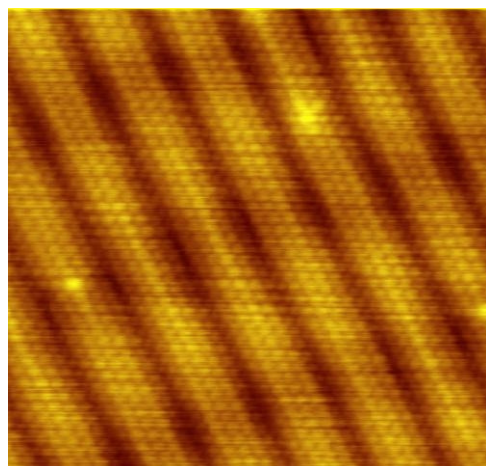
## AURKIBIDEA

1.- Zer da nanoteknologia? .....	3
1.1.- HANDIA ETA TXIKIA .....	3
1.2.- TAMAINAK BADU BERE GARRANTZIA .....	5
2.- Objektuen tamaina .....	8
3.- Propietateak nano-eskalan .....	10
4.- Nanoteknologiaren aplikazioak .....	13
4.1.- Sarrera .....	13
4.2.- Nanoteknologia eta kutsaduraren kontrola .....	14
4.3.- Nanoteknologia eta energia .....	16
5.- Nanoteknologia eta osasuna .....	18
6.- Nanoteknologiaren gaineko ohar etikoak .....	24
7.- Azken jarduera .....	26

## 1.- Zer da nanoteknologia?

### 1.1.- HANDIA ETA TXIKIA

Seguruenik, behin baino gehiagotan entzun dituzu honako hauek: 14.000 milioi urte ditu Unibertsoak –duela 14.000 milioi urte gertatu zen Big Bang delakoa–, 5.000 milioi urte barru itzaliko da Eguzkia, 300.000 km/seg-ko abiadurarekin bidaiatzen du argiak eta ezinezkoa da arinago mugitzea. Izugarri handiak dira zenbaki horiek eguneroko bizitzan erabiltzen den eskalarekin alderatuta, eta ez dugu ezertarako ere pentsatzen zer esanahi duten. Era berean, ez dugu batere ahaleginik egiten kantitate harrigarri horiek nola zehaztu diren ulertzeko.



Gauza bera gertatzen da beste muturrean, hau da, gauza txiki-txikiek. Dakigunez, atomoak – protoiak, neutroiak eta elektroiak dituzte atomoek beren barrualdean– deituriko partikula oso txikiek osatzen dute materia. Atomoak hain txikiak direnez, 100 milioi atomo urte koka ditzakegu 1 cm-ko distantzia batean. Masa ere hain txikia denez,  $1,04 \cdot 10^{24}$  atomo hidrogeno eta  $6,02 \cdot 10^{23}$  atomo oxigeno ditugu 18 g uretan.

1 irudia. Urrezko gainazala tunel efektuko mikroskopioarekin. Banakako atomoak bereiz ditzakegu.

**1J.-** Nola lortu dugu gauza horiek guztiak jakitea? Garrantzitsuak al dira eguneroko bizitzan?

- Eguneroko bizitzaren gaineko zer aspektuk izan dezakete lotura unibertsoaren eta oso eskala txikiko materiaren ezagutzarekin? Saia zaitez adibideren bat ematen ezagutza horren ondorio positiboak agerian jartzeko.
- Zer tresna izan dira beharrezkoak unibertso “infinitua” eta materiaren maila atomikoa ezagutzeko?

**2J.-** Zer dakizu nanoteknologiaren gainean?

Bete ezazu beheko taula. Ezkerraldeko zutabean idatz ezazu zer dakizun uneotan nano-zientziaren eta nanoteknologiaren gainean, eta eskuinaldekoan esan ezazu zer jakin nahi duzun gai horiek direla-eta.

ZER DAKIT NANOZIENTZIAREN ETA NANOTEKNOLOGIAREN GAINEAN?	ZER JAKIN NAHI DUT NANOZIENTZIAREN ETA NANOTEKNOLOGIAREN GAINEAN?

**3J.-** Informazioa bilatzea nanoteknologiaren gainean

Ireki itzazu [Web orrialde](#) hauek informazioa biltzeko.

Aurreko jardueran bezala, taula batean jaso dezakezu informazioa. Ezkerraldeko zutabean, emandako web orrialdetan aurkitu duzun informaziorik garrantzitsuena eta interesgarriena idatz dezakezu; eskuinaldeko zutabean, aldiz, zehetasun edota sakontasun gehiagorekin aztertu beharreko gaiak bildu ditzakezu.

**4J.-** Nano-zientzia: sarrera

Analiza ezazu [PPTI](#) aurkezpenak daukan informazioa eta erantzun itzazu galdera hauek:

- 1.- Zein da nano-eskalaren barrutia –esparrua–?
- 2.- Metrotan neurtuta, zein da giza begiak beha dezakeen tamainarik txikiena?
- 3.- Zenbatean handitzen du mikroskopia optikoak giza begiaren ahalmena? Zer ikuspen-muga –erresoluzio– dauka mikroskopia horrek?
- 4.- Deskriba ezazu laburki nola funtzionatzen duten mikroskopia optikoak eta mikroskopia elektronikoak.
- 5.- Izenda ezazu zientzialariek nano-eskalan ikusteko erabilitako mikroskopiaetako bat eta azal ezazu nola ahalbidetzen duen tresna horrek objektuak ikustea.
- 6.- Azal ezazu laburki zergatik den “berezia” nano-eskala.
- 7.- Eman ezazu nano-eskalako egitura baten adibidea eta deskriba itzazu haren zenbait propietate interesgarri.

**5J.-** Irakurgaia. Nolako izango da bizitza 2045ean?

[Irakurgai](#) honetan, 2045ean nanoteknologiak zer eragin izan dezakeen aztertuko duzu. Historia irudimenezkoa da, baina gaur egun garatzen ari diren zenbait ikerkuntzatan oinarrituta dago, eta, zenbait kasutan, dagoeneko existitzen diren zenbait teknologiatan.

Irakurri aurretik: iragar ezazu nola eragin dezakeen nanoteknologiak zure bizimoduaren gainean (adibide pare bat eman ditzakezu).

Irakur ezazu testua eta egin itzazu ariketa hauek:

- Historian adierazitako nanoteknologiaren lau aplikazio izenda itzazu.
- Zure ustez, historian adierazitako aplikazioetatik, zein izan daiteke sinesgarriena? Zergatik?
- Eta gutxien sinesten duzuna? Zergatik?
- Idatz itzazu eduki zientifikoko bi galdera, gutxienez, irakurri berri duzun historiaren bidez erantzuteko.

**6J.-** Etorkizuneko etxea



Sar zaitez [bideo](#) honetan eta beha ezazu nolako izango den etorkizuneko etxea.

Beha ezazu animazio hau: [animación](#).  
<http://www.parasaber.com/hogar/buscar-casa/grafico/buscar-casa-minipisos-futuro/4017/>

**7J.-** Zer ikasi dugu nano-zientiaren eta nanoteknologiaren gainean?

Egin ezazu laburpen txiki bat orain arte nano-zientiaren eta nano-teknologiaren gainean ikasitako ideia nagusiak biltzeko.

Aldera ezazu zure laburpena zure gelakideek egindakoekin eta saia zaitezte lan guztien sintesia egiten konturik garrantzitsuenak adierazteko.

## 1.2.- TAMAINAK BADU BERE GARRANTZIA

Latineko “nanus”-etik (ipotxa; txikia) dator “nano” aurrizkia. Zientzian eta teknologian,  $10^{-9}$  adierazten du, hau da, mila milioirena (0,000000001). Hortaz, metro baten mila milioirena da nanometroa (nm); giza ile baten diametroa baino zenbait hamar mila bider txikiagoa da tamaina hori.

Fisikaren oinarriko printzipioak (Fisika klasikoa) balia ditzakegu ohiko tamaina duten objektuen propietateak eta portaera azaltzeko. Hala ere, XIX. mendearen bukaeran eta XX.aren hasieran, Fisika klasikoaren ezagutzak azaltzerik ez zuen zenbait portaera behatu ziren. Nagusiki, partikulen tamaina oso txikia denean behatzen da portaera hori, eta oharkabea da eguneroko bizitzan. Eskala nanometrikoan, ordea, oso ezberdinak dira Fisikaren printzipioak eta behatzen diren materialen propietateak; ondorioz, Fisika Kuantikoa behar dugu portaera berri hori ulertzeko. Efektu kuantikoek ahalbidetzen dute, hain zuzen, funtzio eta portaera berriak dituzten materialak eta prozesuak garatzea.

1959ko abenduan egindako hitzaldi ospetsuan (“*There is plenty of room at the bottom*”) azpimarratu zuen Richard P. Feynman-ek (Fisikako Nobel Saria) zer aukera egon daitezkeen eskala horretako materialekin eta dispositiboekin lan egiten bada. Hala ere, 1971ra arte itxaron egin behar izan genuen Nanoteknologia terminoa entzuteko; Norio Taniguchi fisikari japoniarrak erabili zuen ultra-prezisioko makinarian aplikatutako teknikaren gainean hitz egiteko. Dena dela, 1981ean jar dezakegu Nano-zientziaren eta Nanoteknologiaren jaiotze-urtea, Gerd Binnig eta Heinrich Rohrer zientzialari amerikarrek tunel efektuko mikroskopioa asmatu zutenean. .

**8J.-** 2009ko irailean nano-zientziaren eta nanoteknologiaren gaineko ATOM BY ATOM kongresua egin zen Donostian. Bila ezazu informazioa beheko **Web** orrialdean.

[http://atombyatom.nanogune.eu/public\\_home/ctrl\\_home.php?lang=es](http://atombyatom.nanogune.eu/public_home/ctrl_home.php?lang=es)

- zer helburu nagusi zituen kongresuak?
- zer zientzialarik hartu zuten parte?
- zer nabarmenduko zenuke kongresu horren gainean?

**9J.-** Ordena itzazu kronologikoki izen hauek eta esan ezazu zer ekarpen nagusi egin duten nanoteknologiaren esparruan: Richard Feynman, Norio Taniguchi, Gerd Binnig eta Heinrich Rohrer.

- Osa ezazu nano-zientziaren kronologia taulako laguntzarekin.

- Ordena itzazu kronologikoki teknologian izandako aurkikuntza eta gertaera garrantzitsuak. Elkar itzazu urteak eta gertaerak.

- Saia zaitetz laburki azaltzen haietako bakoitzaren garrantzia.

Gertaera	Urtea
Richard Feynmanen hitzaldia: “ <i>There is plenty of room at the bottom</i> ”	2000
Nobel Saria jasotzen du Richard Feynmanek elektrodinamika kuantikoan egindako lanarengatik	1966
Tinta elektronikako teknologia ikertzen hasten da Xerox (Palo Alto-ko ikerketa-gunea, Kalifornia)	1960
Tunel efektuko mikroskopioa asmatzea	1973
Indar atomikoko mikroskopioa asmatzea	1985
Eremu hurbileko mikroskopioa asmatzea	1981
Nobel Saria jasotzen du Smalley-k fulerenoak aurkitzeagatik	1995
Molekulen auto-entsanblajea lortzen du Massachussets-eko Unibertsitateak	1990
Minbizidun zelulak lokalizatzeke gai diren nano-partikulak lortzea	2005

**10J.-** Zure ustez, zergatik jaio zen nano-zientzia tunel efektuko mikroskopioa aurkitutakoan?

**11J.-** Nola eraikitzen da ezagutza zientifikoa?

Zientiaren zenbait esparrutan zientzialariek lortutako aurrerakuntzak nola gertatu diren ikus dezakegu [testu-zati hauetan](#)

Testuen edukia aztertuta, nola eraikitzen da ezagutza zientifikoa?

- Banakako jardueraren ondorioz?
- Talde-lanaren eraginez?
- Leku berean lan egiten duten zientzialari-taldeen ahaleginagatik?
- Planifikatutako jarduera baten ondorioz edo kasualitatearen kausaz?

Nanoteknologiaren kasuan, nola eraiki da ezagutza zientifikoa?

**12J.-** Zer abantaila eta zer desabantaila ohar ditzakegu gauzen tamaina dela-eta?

Pentsa ezazu, adibidez, aplikazio hauetan:

- Osasuna: sendagaiak, kirurgia-tresnak.
- Mekanika: torloju-kentzailea, torlojua, sustantziak banatzeko iragazkia

Imajina ezazu zentimetrotan graduatutako erregela duzula. Zer objektu mota neur ditzakezu? Zer egingo zenuke objektu txiki-txiki baten luzera edo zabalera neurtzeko?

Errepika ezazu aurreko esperimendua balantza baten kasurako.

**Hartu ahal dituzu atomoak eskuekin?**

Egin ezazu ariketa hau: kutxa nahiko handi batean, jar itzazu tamaina ezberdineko zenbait objektu (puzzle bateko fitxak izan daitezke, esaterako). Saia zaituz ahalik eta objektu gehien hartzen eskuak erabiliz. Errepika ezazu esperimendua, baina oraingoan sukaldean objektu beroak hartzeko erabiltzen diren eskularruak jantzi behar dituzu. Azkenik, egin ezazu berriz esperimendua boxeo-eskularruak edo antzerako zerbait jantzita. Zer emaitza lortu dituzu? Nola azal ditzakezu?

Loturaren bat ikus dezakezu aurreko ariketaren eta atomoak edo molekulak manipulatzearen artean?

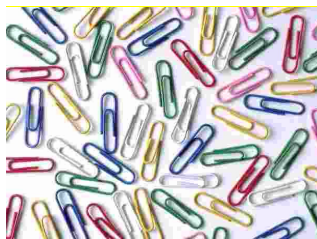


**13J.-** Gauzen antolamendua

Litekeena da oso propietate ezberdinak izatea konposizio berdineko bi objektuk?

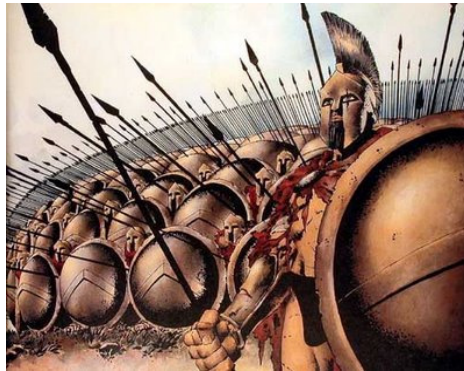
Ariketa: antola itzazu klipak zenbait modutan. [PRAKTIKA](#)

Zer propietate fisiko alda daitezke espazio-antolamenduaren eraginez?



**14J.-** Termopilas-eko gudua

Historiako liburuek kontatzen dutenez, K.a. 480. urtean, gai izan ziren Espartako 300 soldadu aurre egiteko 300.000 gizonez osaturiko Pertsiarren armada izugarriari. Nola gertatu ote zen?



**15J.-** Arropa sikatzea.

Atera al duzu inoiz arropa garbigailutik eta sikatzeko eskegi duzu? Erreparatu al diozu inoiz eskitoki baten itxurari? Imajina ezazu dozena pare bat galtzerdi dituzula. Zer aldatuko litzateke galtzerdi guztiak elkarren gainean pilaturik jarriko bazenitu edo zein bere aldetik, denak sakabanaturik, eskegiko bazenitu? Zein kasutan sikatuko lirateke arinago? Zergatik?



**16J.-** Ikerkuntza nanoteknologian

Beha itzazu [grafiko](#) hauek:

Zer lotura dago grafikoan emandako datuen –zenbat argitalpen eta lan zientifiko egin diren nanoteknologiaren gainean– eta herrialdeetako beste zenbait ezaugarriren artean –bizi-maila, BPG, I + D alorrean emandako BPG-ren portzentajea...–?

## 2.- Objektuen tamaina


**17J.-** Beha ezazu taulako informazioa. Bete itzazu azken zutabeko hutsuneak eta ordena itzazu objektuak tamainaren arabera:

Objektua	Tamaina (m)	Objektua	Tamaina (eskala)
Uranio-atomoaren nukleoaren diametroa	$10^{-13}$	Eulia	
Ur-molekularen luzera	$10^{-10}$	Indaba	
ADN molekularen zabalera	$10^{-9}$	Giza ilea	
Protozooa	$10^{-5}$	Bakterioa	
Lur-arra	$10^{-2}$	birusa	
Pertsona heldua (batez besteko altuera)	$10^0$	Ur-molekula	
Everest mendiaren altuera	$10^3$	Tenis-pilota	
Lurraren diametroa	$10^7$	Futbol-balioa	
Eguzkitik Plutonerainoko distantzia	$10^{13}$	Ordenagailuko mikrotxipa	

- Aldera itzazu zure iragarpenak beste zenbait taldek egindakoekin, eta baieztatu itzazu emaitzak irakaslearen informazioa kontuan hartuz.
- Aurreko zerrendako zer objektu ohar ditzakezu ikusmen hutsarekin?
- Zein kasutan behar duzu mikroskopioaren laguntza?
- Zer adierazi nahi du “mikro” aurrizkiak?
- Zer tresna erabiliko zenuke aurreko objektuen tamaina zehazteko?
- Zer alde dago MIKRO eta MAKRO eskalen artean?
- Sailka itzazu objektuak hiru taldetan: MAKRO (giza begiarekin zuzen-zuzen ohar daitezkeenak), MIKRO (mikroskopio optikoarekin edo elektronikoarekin ohartzen direnak), eta NANO (indar atomikoko eta tunel efektuko mikroskopioarekin ohartzen direnak).

**18J.-** Kalkuluak nano-partikulekin

Imajina ezazu ohiko nano-partikula dela beheko irudikoa

	0,05 nm erradioko zenbat atomo jar daitezke 5 nm-ko luzerako aldearen gainean? 0,05 nm erradioko zenbat atomo sartzen dira irudiko nano-partikulan?
---	--

Zer materia kantitate erabiltzen dugu ohiko laborategi-jardueretan?

- Imajina ezazu tanta bat ur jartzen duzula (tanta-kontagailu baten laguntzaz) mikroskopioan ikusteko. Tantaren bolumena 0,05 ml-koa dela emanez, eta 1 litro uretan  $(1000/18) \times 6,02 \cdot 10^{23}$  molekula ur daudela jakinik, zenbat molekula ur izango ditu tantak?
- Baldin eta 1 g azukrek (sakarosak)  $1,76 \cdot 10^{21}$  molekula sakarosa baditu, zenbat molekula sakarosa daude bi koilarakada azukretan?
- 100 ml uretan 10 g azukre disolbatzen badira, zenbat molekula izango duzu guztira?
- Lau edo bost zifra hamartar neurtzen dituzte prezisio-balantzek (balantza analitikoek). Demagun 0,0002 g-ko burdina-lagina hartu duzula neurketa batean. Baldin eta 1 g burdinak  $58/6,02 \cdot 10^{23}$  atomo burdina baditu, zenbat atomo burdina dago laginean?



- Ikastetxeetako laborategietan, gramoaren ehunenekoa neurtu ohi dute balantza digitalek, hau da, 0,01 g-ko masa har dezakegu gutxienez. Zenbat atomo burdina dago masa horretan?
- Nola lor dezakezu, ikastetxeko laborategiko balantza erabiliz (0,01 g-ko doitasuna) 70.000 atomoko burdina-lagina?



### 19J.- Tamaina-kontua

Imajina ezazu DIN A4 formatuko paper-orria.

- Zenbat alditan moztu beharko duzu erditik 0tik 10era nanometro bitarteko tamaina lortzeko?
- Noiz izango da ezinezkoa mozten jarraitzea, hau da, zer tamaina izango du paper-orriak aldiune horretan?
- Egin ezazu jarduera (eskuekin eta artazien laguntzaz) eta baieztatu ezazu zure iragarpena zuzena izan ote den.
- Zenbat alditan moztu ahal izan duzu papera?
- Zein neurritan dago nano-eskalatik hurbil lortu duzun paper-orriko zatirik txikiena?
- Zergatik ezin izan duzu jarraitu papera moztuz?
- Litekeena da makro eskalako objekturik erabiltzea –eskuak edo artaziak, kasurako– nano-eskalako objektuekin lan egiteko?
- Zer bururatzen zaizu paper-orria moztuz jarraitu ahal izateko?

### 3.- Propietateak nano-eskalan

Garrantzitsua da tamaina, ezberdinak izan baitaitezke nano-materialen propietateak sustantzia bereko baina tamaina askoz handiagoko materialen propietateekin alderatuta. Bi arrazoi eman ditzakegu nano-eskalaren ezohiko portaera hori azaltzeko:


- Alde batetik, bolumen-unitateko gainazal-azalera oso handia dute nano-partikulek. Adibidez, kubo metaliko bat kubo txikitik zatitzen badugu, jatorrizko objektuak baino kontaktu-azalera handiagoa duen objektu-multzoa izango dugu. Ondorioz, materialen propietate fisikoak eta kimikoak (konduktibitate elektrikoa, erreakzio-abiadura...) aldatuko dira. Prozesu horiek guztiak gainazalean gertatzen direnez, zenbat eta handiagoa izan kontaktu-azalera, hainbat eta handiagoa izango da sustantziaren eragiteko ahalmena.

- Beste alde batetik, zenbat eta txikiagoak izan partikulak, hainbat eta neurri handiagoan aldatzen dira materialaren propietate magnetikoak, optikoak eta elektrikoak.

**20J.-** Gainazaleko partikulen eta guztizko partikulen arteko erlazioa.

Aztertuko ditugun partikulek itxura kubikoa dutela emango dugu.

Hasteko, L aldeko Kuboa hartuko dugu.

	<p>Demagun tamaina berdineko beste zenbait kubo erabiltzen ditugula hasierako kubo gain-estaltzeko, 3L aldeko kubo lortu arte (Rubicken kubo imajina dezakezu)</p> <p>Jarrai ezazu aurreko prozesua 5L aldeko kubo lortu arte</p> <p>Errepika ezazu prozesua 7L aldeko kubo lortzeko.</p>
--	---

Bete itzazu taulako datuak:

Kubo nagusiaren aldea (cm)	Bolumena (cm <sup>3</sup> )	Gainazaleko azalera (cm <sup>2</sup> )	A/V erlazioa
L			
3L			
5L			
7L			

Bete ezazu beheko taula. Adieraz ezazu zer erlazio dagoen gainazaleko partikula kopuruaren eta guztizko partikula kopuruaren artean.

Kuboaren tamaina (aldea)	Gainazaleko partikula kopurua	Guztizko partikula kopurua	$N_{ps}/N_{pt}$ erlazioa
L			
3L			
5L			
7L			

**21J.-** Erreakzio-abiadura eragina duten faktoreak

Txikituta (birrinduta) edo uretan disolbatuta hartu behar dira zenbait sendagai. Zer arrazoi daude horretarako? Abantailaren bat al dauka prozedura horrek?

Egin ezazu [esperimentu](#) hau.

Analiza itzazu lortutako emaitzak.



**22J.-** Propietateak nanoeskalan (urtze-puntua)

Elementu metalikoa da urrea, eta 1064 °C-ko urtze-puntua dauka makroeskalan. Nanoeskalan, aldiz, nabarmen aldatzen dira gauzak.

Beha itzazu taulako datuak:

Laginaren tamaina	Urtze-puntua (°C)
20 atomo inguru	500
50 atomo inguru	800
100 atomo inguru.	920
200 atomo inguru.	980

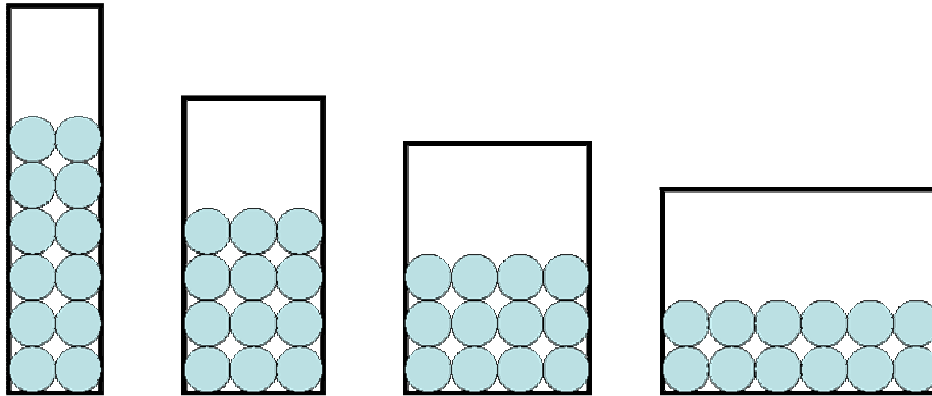
- Egin ezazu taulako datuen adierazpen grafikoa (urtze-puntua vs partikula kopurua)
- Taulako datuak estrapolatuz gero, zer urtze-puntu izango luke 5 atomoko urre-laginak?
- Zenbat atomo behar dira 1064 °C-ko urtze-punturaino heltzeko?
- Nola azal dezakegu urtze-puntua jaistea?

Imajina ezazu ur kantitate berdina (100 ml inguru) jartzen dituzula irudiko hauspeakin-ontzi bakoitzean.

Zein ontzitan lurrunduko da ura arinen?



**Beha ezazu hurrengo irudiko eredua:**



Esan dezakezu zein ontzitan lurrunduko den ura arinen?

Likidoaren zein propietate dago lotuta lurruntze-abiadurarekin?

**23J.-** Azter ezazu arretaz [NANOESKALAREN PROPIETATEAK](#) aurkezpenean dagoen informazioa.

- Erantzun itzazu galdera hauek:
  - Zer propietate fisiko aldatzen dira nanoeskalan?
  - Zertan ezberdintzen dira ZnO-ko nanopartikulak eta partikula handiak?
  - Zergatik aldatzen da urtze-puntua nanoeskalan?
  - Partikulen arteko zer indar mota hartu behar ditugu kontuan nanoeskalan?
  - Zer da partikulen zorizko higadura?
- Besterik jakin nahiko zenuke nanoeskalaren propietateen gainean? Zer galdetuko zenioke gaian aditua den pertsona bati?
- Plantea itzazu taldekide batek erantzun ditzakeen – aurkezpenean emandako informazioa baliatuz– hiru edo lau galdera
- Aurkezpenean, aukera itzazu grafiko eta taula bana, eta laburbildu ezazu daukaten informazioa.
- Pentsa ezazu zer galde diezaiokezun taldekide bati, grafikoan edo taulan dagoen informazioarekin erantzuteko.

## 4.- Nanoteknologiaren aplikazioak

### 4.1.- Sarrera

**24J.-** Begira ezazu arretaz nanoteknologiaren [APLIKAZIOAK](#) dokumentuaren informazioa eta erantzun itzazu galdera hauek:

- Zer dira puntu kuantikoak? Zer aplikazio eduki ditzakete?
- Zer ondorio dakarte titanio dioxidozko nanopartikulek?

**25J.-** Irakurgai: karbono-zuntzaren erabilera

1970eko hamarkadan –espazio-ikerkuntzan– hasi ziren karbono-zuntzak erabiltzen. Kontsumitutako kantitatea nekez heltzen zen tona erdi batera, eta materialen salneurria oso altua zen, 225 euro kilogramoko, gutxi gorabehera. Denbora-garrenera, apurka-apurka jaitsi zen salneurria eta, 1980ko hamarkadaren erdi aldera, kirol-ekipamenduetan erabiltzen hasi ziren karbono-zuntzak. Hiru milioi tonaraino igo zen kontsumoa; salneurria, aldiz, 35 euro kilogramoko balioan kokatu zen.

90eko hamarkadan, hainbat industria-jardueratan zabaldu zen karbono-zuntzaren erabilera. Hamar milioi tonatan kokatu zen kontsumoa eta beherantz jarraitu zuen salneurriak (9 euro kilogramoko). XXI. mendearen hasierarekin batera, automobilaren industriak hartu zuen karbono-zuntza eredu berrien diseinua egiteko; ondorioz, 20 milioi tonaraino igo zen kontsumoa, eta 6 euro kilogramokoa izan zen salneurria.

Uste denez, karbono-zuntzaren kontsumoa bultzatuko dute haize-energia lortzeko instalazioek eta erregai-zelulek; horrela, 25 milioi tonako kantitatea lortuko da, eta 3 euro kilogramoko ingurukoa izango da kostea.

Bete itzazu taulako hutsuneak testuaren informazioa erabiliz:

Urtea	1970	1980	1990	2000	2010
Erabilera					
Prezioa					
Kontsumoa					

Egin ezazu datuen adierazpen grafikoa: prezioa / urtea eta kontsumoa / urtea

Azter itzazu grafikoak eta planteatu itzazu bi galdera grafikoaren bidez erantzuteko.

**26J.-** Taulan ikus ditzakezu zenbait materialen propietateak.

Zer abantaila ematen dituzte karbonozko nanohodiek?

Materiala	Erresistentzia (N/m <sup>2</sup> )	Malgutasuna ((N/m <sup>2</sup> )	Dentsitatea (g/cc)
Egurra	0,008	16	0,6
Kautxua	0,025	0,05	0,9
Altzairua	0,4	208	7,8
Diamantea	1,2	1140	3,52
Armiarma-zeta	1,34	281	1,3
Kevlar	2,27	124	1,44
Karbono-zuntza	2,48	230	2
Beira-zuntza	2,53	87	2,5
Karbonozko nanohodia	200	1000	2

## 4.2.- Nanoteknologia eta kutsaduraren kontrola

### 27J.- Burdina katalizatzaile gisa erabiltzea kutsadura murrizteko

Disolbatzaile organikoa da trikloroetilenoa (TCE) eta objektu metalikoak eta osagai elektronikoak garbitzeko erabiltzen da. Minbiziaren eragilea da, eta leku jakin batean botatzen denean, bertan irauten du lurrazpiko uretara iragazi arte. Zientzialariek frogatu dutenez, oso eraginkorra da burdina metalikoa giza kontsumorako erabili behar den uretan dagoen TCE deskonposatzeko.

40 nm inguruko diametroa dute, batez beste, TCEn dagoen kloroa ezabatzeko erabiltzen diren burdinazko nano-partikulak; hortaz, erraz mugitu daitezke akuiferoan zehar. Akuiferoaren material solidoen poro mikroskopikoetan harrapatuta gelditu diren TCE molekuletarraino ere hel daitezke nano-partikula horiek. Gainera, zona kutsatuan sartutakoan, gai omen dira TCE molekulak lokalizatzeko. Zenbait mekanismo daude TCEn kloroa ezabatzeko; horietako batean, etilenoa eta azido klorhidrikoa lortzen dira.

Hauts moduan dagoen ohiko burdina baino askoz eraginkorragoak dira nano-partikulak, eta kontaktu-azaleraren gehikuntzari zor zaio hobekuntza hori. Merkatalgo burdina-hautsak, kasurako, 0,900 m<sup>2</sup>/g-ko kontaktu-azalera dauka; nano-partikulek, aldiz, 33,5 m<sup>2</sup>/g-ko balioa lor dezakete (hori ulertzeko, imajina ezazu gurina kantitate bera jartzen duzula ogi-xerra bakar baten gainean, edo hainbat ogi-xerratan banatzen duzula –zenbat eta meheagoa izan gurina-geruza, hainbat eta ogi-xerra gehiago prestatu ahal izango duzu–).

Gainera, dirua aurrezteak dakar nano-partikulak erabiltzeak. Adibidez, 20 milioi dolar ingurukoa da tratamenduaren kostea burdinazko hautsa erabiliz; nano-partikulak erabiliz, ordea, 5 milioi dolar baino ez dira behar. 2005ean, 20 dolar kilogramokoa zen nanopartikulen salneurria. Uste denez, 20.000tik 60.000ra litro ur garbitu daitezke 1 kg nanopartikulekin. Laborategiko zenbait frogatan, %90 gutxitu da TCEn maila.

Erantzun itzazu galdera hauek:

- 1.- Zenbat gramo merkatalgo burdina-hauts beharko dira 1 g nanopartikula burdinak lortutako kontaktu-gainazal bera lortzeko?
- 2.- Aurrekoaz gainera, zertan dira hobeak nanopartikulak merkatalgo burdina-hautsarekin alderatuta?
- 3.- Gutxienez, zer kantitate ur garbitu daiteke 1 g nanopartikula burdina erabiliz?
- 4.- Garbitu daitekeen ur kantitatea dela-eta, zergatik uste duzu ematen dela gutxi gorabeherako balioa –20.000tik 60.000ra litro kilogramoko–, eta ez, ordea, balio zehatza?

[Grafiko](#) honetan ikus dezakezu zer itxura daukan zona kutsatuak eta nola injektatu diren burdinazko nanopartikulak TCE-ren kontzentrazioa gutxitzeko.

Azter itzazu taulako datuak eta erantzun itzazu beheko galderak:

Neurketa-data	Urtarrilaren lean	Otsailaren lean	Martxoaren lean
Distantzia injekzio-puntura (m)	TCE-ren kontzentrazioa (ppb)		
0	88.000	11	78
1,8	76.000	100	160
2,4	41.000	420	580
3,6	12.000	690	750
7,1	6.000	920	925

- Baldin eta kutsadura zirkulu zentrukideetan zabaltzen bada A puntuaren inguruan, adieraz ezazu grafikoki nola aldatzen den kutsatzailearen kontzentrazioa distantziaren arabera.
- Egin ezazu aurreko grafikoaren kopia, eta adieraz itzazu kutsatutako zonak kolore-kode baten bidez (> 80.000 gorria; 50.000-79.000 laranja; 20.000-49.000 horia; 10.000-20.000 urdina; <10.000 berdea)
- Azal ezazu kutsatzailearen eboluzioa denboraren funtzioan.
- Zona kutsatuaren zein lekutan injektatu dira burdinazko nanopartikulak? Aukeraketa egokia iruditzen al zaizu?
- Zona kutsatuaren zein lekutan gutxitu da gehien kutsadura?
- Zer portzentaje gutxitu da kutsadura injekzio-lekutik 7,1 m-ra? Nola azal dezakezu emaitza hori laborategian lortutako %90-eko murrizketarekin alderatuta?
- Zergatik handitu da TCE-ren kontzentrazioa martxoan egindako neurketan?

### 28J.- Nanoiragazpena

Begira ezazu arretaz [nanoIRAGAZPENA](#)-ren gaineko aurkezpena, eta erantzun itzazu galdera hauek:

- Zer partikula mota bana dezakezu mikroiragazki batekin?
- Zer iragazki mota behar duzu Na<sup>+</sup> ioiak uretatik ezabatzeko?
- Nola jakin daiteke zer iragazpen-metodo erabili behar den ur-lagin bateko kutsatzaileak ezabatzeko?
- Zer abantaila dauzkate nanomintzek uraren iragazpena egiteko?

Zertan dira ezberdinak nanoiragazpen-mintzak lehenago erabilitako mintzekiko? Eman itzazu nanomintzen hiru ezaugarri bereizgarri zure erantzuna justifikatzeko.

### 29J.- Ur kutsatuaren historia

Herrialde jakin batean, lurpeko ura baliatzen da nagusiki edateko ura lortzeko, eta antzinako burdina-meategi baten ondoan dago akuiferoa.

Ohituraz, meategitik kanpora ponpatu da ura, eta iragazi egin da edateko ur gisa erabili aurretik. Meategia ustiatzen ari zela, ederki funtzionatzen zuen sistema horrek, baina ustiapena bertan behera utzi zutenetik, urez bete da meategia eta akuiferoraino iragazten den ur geldikorrek putzua eratu da.

Denboraren poderioz, meategian utzitako hondakinekin erreakzionatu du urak eta edateko ura kutsatu da. Agintariek eskatutako ikasketa bateko emaitzen arabera, ura ez da giza kontsumorako egokia. Meategia urez betetzea baino lehenago ere bazeuden zenbait sustantzia kutsatzaile uretan seguritate-mugen gainetik, baina askoz kezkarriagoa da egoera orain.

Analiza itzazu taulako datuak eta identifika ezazu zer sustantzia kaltegarri dauden uretan:

Sustantzia	Uholdea baino lehen (mg/L)	Uholdea eta gero (mg/L)	Balio segurua (mg/L)	Eragina osasunean edo uraren kalitatean
Kaltzio ioiak	168	296	160	Uraren gogortasuna
Magnesio ioiak	31	185	15	Uraren gogortasuna
Sodio ioiak	50	260	350	Deshidratazioa
Karbonato ioiak	367	500	100	Zaporea (alkalinitatea)
Sulfato ioiak	192	1794	300	Zaporea
Kadmio ioiak	0.002	0.018	0.005	Kaltea gibelean
E. coli	0	24	0	Diarrea, goragaleak, buruko mina
Amiantoa	2	12	7	Heste-polipoak garatzeko arriskua
Giza ilea	16	48	3	Ezezagunak (sentsazio ezatsegina)

- Zer sustantzia toxiko zeuden uretan uholdea gertatu aurretik?
- Zer sustantzia ezabatu behar ditugu edo gutxienez haien maila gutxitu, uraren toxikotasun-arazoak edo zapora ezatseginak ekiditeko?
- Zer tratamendu eman behar diogu urari helburu horiek lortzeko?
- Zer konposizio izango du urak tratamendu hori jasan eta gero?
- Zer iragazpen-metodo proposatuko zenuke urak sustantzia bakoitzeko muga seguruak edukitzeko?

### 30J.- Tenis-pilotak eta ingurumena

Nanotenis!

Errebotatzeko ahalmen handia daukate tenis-pilotek, presiopeko airea baitaukate barrualdean. Airea apurka-apurka galtzen denez, pilotak aldatzen dira partidaren zehar –9 joko egin eta gero–.

Duela gutxi, kautxuzko nanogeruza batekin estalitako pilota berriak garatu dira; horrela, askoz motelago galtzen da barrualdeko airea.

- Zer da zuretzat “nanogeruza” terminoa?
- Nola azal dezakezu airea motelago galtzea nanogeruza horren eraginez?
- Zer onura ekar diezaiokete ingurumenari kautxuzko nanogeruzekin estalitako tenis-pilotek?

## 4.3.- Nanoteknologia eta energia

### 31J.- Energia garbia: hasierako itaunketa

- Adieraz itzazu energiarekin loturiko mundu mailako hiru arazo. Idatz itzazu esaldi pare bat arazo bakoitzaren gainean.
- Zein dira, zure ustez, gaur egun gehien erabiltzen diren hiru energia-iturriak.
- Azal ezazu zer dakizun eguzki-zelulen gainean. Egin ezazu diagrama txiki bat zure azalpena osatzeko.
- Eguzki-energiatz gainera, eman itzazu beste bi energia-iturri garbi eta berriztagarri, gutxienez, eta egin ezazu haietako bakoitzaren deskribapen laburra.

### 32J.- Etorkizuneko automobilak: kotxe hibridoa

Irakur ezazu [testua](#) eta erantzun itzazu galderak:

- 1.- Energia eraldatzen du eguzki-zelulak. Zer energia mota jasotzen du zelulak eta zer energia mota ekoizten du?
- 2.- Zer abantaila eman ditzakete eguzki-zelula nanokristalinoek (“pigmentu sentikorrek” dituzte) silizioz egindako ohiko zelulekin alderatuta?
- 3.- Bi edo hiru esalditan, esan ezazu zertan datzan kotxe hibridoa.
- 4.- Bete ezazu beheko taula:

Energia ekoizteko instalazioa	Abantailak	Desabantailak
Zentral nuklearra		
Zentral hidroelektrikoa		

- 5.- Bi edo hiru esalditan, deskriba ezazu zer garrantzi duen eguzki-energiak.



**33J.-** Azter ezazu [Energia eta nanoteknologia](#) aurkezpenaren informazioa, eta egin itzazu jarduera hauek:

- Zer dira energia-iturri garbiak eta berriztagarriak?
- Zein dira gaur eguneko eta etorkizuneko energia-eskaerak?
- Nola funtzionatzen dute nanoteknologiaren laguntzaz garatutako eguzki-zelula berriek? Zertan bereizten dira ohiko eguzki-zelulekiko?
- Aurkezpenean, aukera itzazu grafiko eta taula bana, eta presta itzazu bi edo hiru galdera aurreko informazioarekin erantzuteko.

## 5.- Nanoteknologia eta osasuna

### Nanomedikuntza, hilezkortasunera hurbiltzen ari gara?

#### SARRERA

Orain arteko jardueretan ikusi ahal izan duzunez, nanometroaren eskalan oinarritutako tresnak ematen ditu nanoteknologiak, zientziaren eta teknologiaren hainbat esparrutan erabiltzeko.

Bioteknologia (ondasunak eta zerbitzuak ekoizteko organismoak edo organismoen zatiak erabiltzen dituen biologiaren adarra da) ere baliatzen da aurreko teknologiaz, eta nanobioteknologia sortzen da elkarlan horren ondorioz.

Hainbat esparru hartzen ditu bere baitan nanobioteknologiak (elikadura, airearen edo uraren kutsadura...). Agerikoa denez, medikuntza nabarmentzen hasi da esparru horien artean, eta teknologia berri horrek gizakion osasuna hobetzeko zer aukera eman dezakeen ikertzen ari da. Nanomedikuntzaren esparru berri eta interesgarri hori landuko dugu atal honetan.

Ikusiko duzunez, esperimentazio aldian daude nanomedikuntzarekin loturiko aplikazio gehienak –egia esan, zientzialarien buruan baino ez daude haietako batzuk–, hau da, zehazteko, garatzeko eta aplikatzeko bide luzea dago. Hala ere, hau hartu behar duzu kontuan: ideia horiek guztiak oso bitxiak direla pentsatu arren, lege zientifikoetan oinarrituta daude; zientzialarien hausnarketa-lanean dute oinarria, eta ez dira irudimen hutseko ametsak.

Gaur egun bizi-larritasun handia eta milioika heriotza sortzen dituzten hainbat gaixotasun senda litezke etorkizunean nanomedikuntzaren bidez. Herrialde garatuen bizi-itxaropena eta kalitatea hobetzea ekar ditzake nanomedikuntzak, eta garatu bidean dauden herrialdeetara ere hedatu dezakegu, gizateria osoaren osasuna hobetzeko.

#### 5.1.- Zer da nanomedikuntza?

**Nanobioteknologiaren adarra da nanomedikuntza, eta nanoeskalan oinarritutako material eta tratamendu berriak ikertzen eta garatzen ditu hainbat gaixotasun prebenitzeko, diagnostikatzeko eta sendatzeko. Diziplina berria izanik, esperimentazio aldian daude bere aplikazio gehienak, baina hemendik urte gutxira haietako batzuk egia bihurtzea espero da.**

**34J.-** Irakur ezazu beheko estekan dagoen artikulua. Bertan, nanomedikuntzak zer baliabide eman ditzakeen azaltzen du Laura Lechuga-k, CSIC-eko Biosentsoreen Taldeko ikertzaileak.

Jarraian, egin ezazue taldeka aurkezpen digitala talde osoaren aurrean, eta azal ezazu zer ikasi duzuen aplikazio medikuen gainean.

Komenigarria izango da zuen aurkezpenean artikuluan adierazitako hiru esparruak agertzea (nanodiagnostikoa, sendagaiak banatzea eta medikuntza birsortzailea) eta testuan agertutako kontzeptu nagusien gaineko irudiak sartzea (nanopartikula, nanobiosentsoreak...)

[Nanobioteconología: Avances Diagnósticos y Terapéuticos](#) . Versión íntegra.

[Nanotecnología: Avances Diagnósticos y Terapéuticos](#). Versión resumida

Material osagarriak:

[Unidad didáctica sobre nanotecnología](#) del FECYT. Pag. 140-147.

[Video](#) sobre las aplicaciones de la nanotecnología y la nanomedicina.

Tutorial para hacer presentaciones on-line con Google Docs:

<http://www.slideshare.net/bambooflexible/tutorial-google-docs-para-presentaciones-presentation>

Hemendik aurrera, gizartean eragin handia duten hiru gaixotasun-talde ikertuko ditugu, eta nanomedikuntzaren ekarpenak gaixotasun horiek diganostikatzeko eta tratatzeko balioetsiko ditugu. Hauek dira gaixotasun-talde horiek: minbizia, gaixotasun neurodegeneratiboak eta neurotraumatikoak (Alzheimer, Parkinson, bizkarrezur-muinaren lesioak...) eta infekzioak (birusek, bakterioek eta beste zenbait mikroorganismo eragindakoak). Izugarri handituko litzatzeke gizakion bizi-itxaropena nanomedikuntzak lortuko balu hiru gaixotasun-talde horiek kontrolatzea!

## 5.2.- Minbiziaren kontrako borroka.

**Gizartean gehien eragiten duten gaixotasunetako bat da minbizia (7tik 8ra bitarteko milioi pertsona hiltzen dira urtero); gainera, oso kezka handia sortzen du. Itxaropena piztu dezake nanomedikuntzak gaixotasun horri aurre egiteko. Helburu harrigarria baina esperantzagarria planteatu du AEB-etako Minbiziaren Nazio Institutuak: kontrolpean eduki nahi du gaixotasuna 2015erako. Atal honetan ikusiko dugu zer egin dezakeen nanomedikuntzak helburu hori lortzeko.**

**35J.-** Lehendabizi, nanomedikuntzak gaixotasun hori sendatzeko zer eginkizun bete dezakeen ulertzeko, minbizia zer den deskribatu behar duzu.

Animazio honetan ikus dezakezu oso azalpen egokia:

<http://www.elmundo.es/elmundosalud/documentos/2002/12/cancer.html>

**36J.-** Gaur egun, hiru tratamendu nagusi daude gaixotasun horren kontra borrokatzeko: kirurgia, radioterapia eta kimioterapia. Bigarren mailako ondorio ezatseginak sortu ohi dituzte azken biek. Zein dira efektu horiek? Zergatik gertatzen dira?

Hemen dituzu bi artikuluko egoera hori azaltzeko:

Radioterapia

<http://www.cun.es/es/areadesalud/enfermedades/cancer/radioterapia/>

Kimioterapia

<http://www.cun.es/es/areadesalud/enfermedades/cancer/quimioterapia/>

Bideo eta testu hauek landu beharko dituzu 37J eta 38J jarduerak egiteko:

[Instituto Nacional del Cáncer de EEUU](#). Video en inglés.

[Instituto Nacional del Cáncer de EEUU](#). Animaciones en inglés.

[Nanobioteconología: avances diagnósticos y terapéuticos](#). Versión resumida.

**37J.-** Zer abantaila ekar ditzake nanomedikuntzak aurreko terapiekin alderatuta?

**38J.-** Aurreko abantailez gainera, besterik eman al dezake nanomedikuntzak minbizia dela-eta. Zer nanotresna edo nanodispositibo erabiliko dira?

Bete itzazu beheko taulako hutsuneak galderari erantzuteko:

Jardute-esparrua	Nahi izandako helburua
1.-	
2.- Tratamendua	
3.-	
4.-	
Erabiliko diren nanodispositiboak (adibideren bat)	

### 5.3.- Organoak eta ehunak konpontzen: medikuntza birsortzailea

Hasierako jardueraren irakurgaietan ikusi ahal izan dugunez, zergati askoren eraginez (lesio traumatikoak, infekzioak, aldaketa genetikoak) kaltetutako organoak eta ehunak birsortzeko jardute-eremua ireki du nanomedikuntzak. Medikuntza birsortzailea deritzo.

**Oso eremu zabala denez, nerbio-sistemaren gaixotasunak edo asaldurak direla-eta nanomedikuntzak zer egin dezakeen baino ez dugu ikertuko.**

Dakizunez, neuronak izeneko nerbio-zelulek osatzen dute nagusiki nerbio-sistema. Enzefaloan, bizkarrezur-muinean eta nerbioetan aurki ditzakegu neuronak. Orokorrean, ondorio larriak ekarriko ditu haiek eragiten dituen edozein lesio edo gaixotasunak.

**39J.-** Hasteko, bideo harrigarria ikusiko dugu, neuronak nola konpon daitezkeen aztertzeko. Fikziozkoa da bideo hori, baina oso adierazgarria da jakiteko nondik-nora ibil daitezkeen etorkizunean neurologian aplikatutako terapia konpontzaileak.

<http://tinyurl.com/vl92vp2>

- Zer gaixotasun senda litezke bideoaren nanorobota erabiliz?

Web helbide hauetara jo beharko duzu 40J eta 41J jarduerak egiteko:

Web que describe las lesiones medulares

<http://salud.discapnet.es/Castellano/Salud/Enfermedades/EnfermedadesDiscapacitantes/L/Lesion%20de%20la%20Medula%20Espinal/Paginas/cover%20lesion.aspx>

Lesiones medulares y nanomedicina

<http://www.elpais.com.uy/090329/pinter-407599/internacional/las-grandes-curas-se-piensen-en-diminuto>

**40J.-** Paraplejia edo tetraplejia ekar dezakete traumatismo batek (kotxe- edo moto-istripu batek, adibidez) eragindako bizkarrezur-muinaren lesioek. Bila ezazu informazioa gaixotasun horien gainean eta azal ezazu laburki zer diren eta zer ondorio nagusi dituzten giza gorputzean.

**41J.-** Gaur egun, oso zaila da bi lesio mota horiek konpontzea (sendatzea). Zer egin lezake etorkizunean nanomedikuntzak?

**42J.-** Bizi-itxaropena nabarmen handitu denez, Alzheimerra da gizartean zabaltzen ari den gaixotasun berrietako bat.

- Zertan datza gaixotasun hori?
- Zer persona mota eragiten ditu nagusiki?
- Zer sintoma ditu?
- Litekeena da gaur egun sendatzea?
- Zer ekarpen egin dezake nanomedikuntzak arazo hori konpontzeko?

Web helbide hauetan lor dezakezu informazioa:

Qué es el Alzheimer

<http://www.elmundo.es/elmundosalud/especiales/2004/04/alzheimer/>

El Alzheimer y la nanomedicina

<http://blogs.creamoselfuturo.com/nano-tecnologia/2007/04/24/la-nanotecnologia-y-el-alzheimer/>

#### **5.4.- Birusak eta bakterioak borrokatzen**

**Gaixotasun asko sortzen dituzte mikroorganismoek (birusek bakterioek, onddoek...). Hainbat adibide eman ditzakegu: HIESa, tuberkulosia, gripea, malaria edo hotzeria. Heriotza-tasa handia eragiten dute haietako batzuk (tuberkulosiak, kasurako, milioi bat t´erdi pertsona hiltzen ditu urtero), eta etengabe aritzen dira ikerkuntza-lanean zientzialariak gero eta terapia eraginkorragoak lortzeko. Nanomedikuntza ere badabil lanean arlo horretan. Ikus ditzagun zer estrategia garatzen ari diren.**

**43J.-** Nanobiosentsoreak erabiltzea da infekzio-gaixotasunak tratatzeko esparrurik garrantzitsuenetako bat. Odol- edo gernu-analisiaren bidez, eraginkortasunez eta azkartasunez identifika dezakete dispositibo horiek patogenoa; horrela, dirua eta denbora aurrezten dira eta tratamendu espezifikoak garatu daitezke.

Bila ezazu informazioa nanobiosentsoreen gainean beheko esteketan, eta erantzun itzazu galdera hauek:

- zer da nanobiosensorea? Zer osagai ditu?
- zergatik izan daitezke hain zehatzak mikroorganismoak identifikatzeko?
- nanoarray edo biotxipak aipatzen dira beheko artikuluetan. Azter ezazu zer abantzaila lor ditzakegun dispositibo horiek erabiliz gaur eguneko ohiko tratamenduekin alderatuta.
- Azal ezazu marrazki baten bidez, nola interakzionatzen duten nanobiosensore batek eta birus edo bakterio patogeno batek.

[Unidad didáctica sobre nanotecnología del Fecyt](#). Páginas 145-147.

[Nanotecnología: Avances Diagnósticos y Terapéuticos](#). Versión resumida

**44J.-** Aukera harrigarria proposatzen du **R.A. Freitas** doktoreak infekzioen kontra borrokatzeko. Nanomedikuntzaren aitzindaria da Freitas, eta “mikrobiboro” izeneko nanorobota garatu du bere ekipoarekin Kaliforniako Fabrikazio Molekularraren Institutuan.

Esteka hauetan lor dezakezu mikrobiboroaren gaineko informazioa:

[Unidad didáctica sobre nanotecnología](#) del FECYT. Páginas 143-144.

[Artículo de R. Freitas sobre el microbívoro y otros nanorobots](#) (en inglés)

Iker ezazu zer ezaugarri dituen nanodispositibo horrek eta egin ezazu hormirudi bat (paperean edo formato digitalean). Atal hauek landu behar dituzu:

- mikrobiboroaren zenbait irudi (irudi bat gutxienez).
- mikrobiboroaren deskribapena (konposizioa, kanpo-egitura...)

- funtzionamendua
- balizko aplikazioak

Zure ustez, erraz lortuko al da Freitasen mikrobiboroa, edo, aitzitik, zientzia fikzioaren munduari dagokion tresna da? Arrazoi ezazu zure erantzuna.

Tutoriala hormirudi digitalak on-line egiteko Glogster-ekin:

<http://www.youtube.com/watch?v=TSNAuwWzq8>

### 5.5.- Hilezkortasunera hurbiltzen ari gara?

**Aurreko ataletan ikusi dugunez, badirudi gai izango dela nanomedikuntza hainbat gaixotasun –gaixotasun guztiak, agian– sendatzeko edo eragozteko tratamendu eraginkorrak lortzeko. Hori horrela izanik, gero eta urte gehiago biziko gara gizakiok, etengabe lortuko baititu zientziak (nanomedikuntzak barne) edozein gaixotasun berri borrokatzeko konponbidea. Hilezkorrak izatera helduko al gara?**

**45J.-** Askoz urte gehiago bizitzeak edo hilezkorrak izateak zer abantaila edo desabantaila ekar ditzakeen ezatabaidatuko duzue orain. “Nanoteknología eta hilezkortasuna” artikulua har dezakezue abiapuntu gisa; bertan, Raymond Kurzweil idazle eta zientzialariak –inteligentzia artifizialean aditua– iragartzen duenez, hilezkorrak izan gaitezke etorkizunean.

[Nanotecnología e inmortalidad](#)  
[Biografía de Raymond Kurzweil](#)

Puntu hauek –edo zuen intereseko beste batzuk– har ditzakezue gai horren gainean hausnartzeko:

- 1.- Litekeena izango da gure organismoa betiko osasuntsu egotea?
- 2.- Gai izango da gure burmuina ondoz ondoko konponketak jasateko minik izan gabe?
- 3.- Urte askotan bizi nahi izango dugu? Hilezkorrak izan nahi izango genuke?
- 4.- Zer arazo sor litezke planetaren populazioa izugarri handituko balitz?
- 5.- Eskura izango al dute teknologia hori garatu bidean dauden herrialdeek?
- 6.- Gai izango al dira osasun-sistemak jendeari –gero eta handiagoa izango da populazioa, eta ondoz ondoko konponketak behar dituzten pertsona zaharrak izango dira nagusi– tratamendu egokia emateko?
- 7.- Noiz arte izango al dugu seme-alabarik?

Eztabaida bukatutakoan, bildu itzazue ideia nagusiak dokumentu batean alde bateko eta besteko jarrerak argi eta garbi adieraziz.

### 5.6.- Etorkizuna zure buruan.

**Jarduera honetan, nanomedikuntzaren gainean zer ikasi duzun plazaratzeko aukera izango duzu. Horretarako bi ariketa egin ditzakezu: batetik, gaixotasun jakin bat tratatzea ahalbidetzen duen nanodispositibo bat diseinatu beharko duzu (talde-lana); bestetik, fikzio-kontakizun laburra egin dezakezu (banakako lana).**

**Edozelan ere, zientzia-ezagutza baliatu behar duzu lana egiteko, baina sormena eta irudimena erabil ditzazula espero dugu. Etorkizuna deskribatzen ari zara!**

**46J.-** Dispositibo bat diseinatzea gaixotasun bat tratatzeko.

- Taldeka lan eginez, aukera ezazue interesatzen zaizuen gaixotasun bat. Bildu ezazue informazioa gaixotasun horren gainean (kausak, sintomak, ondorioak organismoaren gainean, eragiteko mekanismoa, tratamendua gaur egun...) Diseinua egiten lagunduko dizue aurreko informazioak.

- Erabaki ezazue zer aspektu garatu nahi duzuen (diagnostikoa, prebentzioa, tratamendua).

- Diseina ezazue nanodispositiboa: marrazkia, osagaiak, egitura...
- Azal ezazue aurkezpen digital batean nolako den diseinaturiko nanodispositiboa eta zer modutan borrokatzen duen aukeratutako gaixotasuna.

(Horrela ordenatu ditzakezue diapositibak: gaixotasuna aukezte, gaur eguneko tratamendua azaltzea, diseinaturiko dispositiboa aurkeztea –tresna zientifiko berri gisa–, nola funtzionatzen duen azaltzea, gaixotasunaren tratamenduan lortutako emaitzak jakinaraztea).

**47J.- Fikzio-kontakizun laburra.**

- Aukera ezazu interesazten zaizun gaixotasun bat eta iker itzazu haren ezaugarriak (kausak, sintomak, ondorioak organismoan, eragiteko modua, gaur eguneko tratamendua...).

- Nanomedikuntzaren gainean ikasi duzuna baliatuz, idatz ezazu fikzio-kontakizun laburra (10-20 lerro) gaixotasun horren kontrola edo sendatzeko modua deskribatzeko. Beheko testua har dezakezu eredu gisa.

**Adibidea: oso spray berezia**

7.30etan, iratzargailua entzun zuenean, bi arrazoi handi zituen Aitziberrek egun hura ederki ospatzeko: batetik, 17 urte betetzen zituen; bestetik, handik aurrera, ez zituen berriz hartu beharko diabetesa kontrolatzeko intsulinako injekzio madarikatu horiek. Zortzietan, puntu-puntu, nanokapsula eta nanosentsoreekin osaturiko nahastea daukan spray berezia inhalatu zuen. DINAFAUSA-ko (Distantziako Nanofarmakoen Munduko Sarea) ordenagailu zentralaren aginduei jarraituz, Nanosat sateliteak igorrita, Aitziberren odol-sisteman abiatu ziren nanokapsulak, intsulina askatzeko. Aldiune berean, odolaren azukre maila neurtzen hasi ziren milaka nanosentsore; analisiaren emaitzen berri emango zioten haiek ordenagailuari, eta nanokapsulak aktibatuko ziren beharren arabera. Akabo azukre-beherakada ezatseginak. Agur betiko janaria zorrotasunez kontrolatzeari. Arrisku kasuan, seinalea igorriko zien ordenagailuak nanokapsulei, eta eragiteko agindua emango zuen. Egunez 24 orduan. Edonon egonda ere, Parisen edo Himalaian.

Hilabete bat igarota, nanodispositibo guztiak giltzurrunetara joateko eta gerneraren bidez ezabatzeke agindua emango zuen ordenagailu zentralak. Alerta bat Aitziberren sakelako telefonoan, eta spray berezi hori berriz hartzeko aldiune zehatza jakingo zuen.

## 6.- Nanoteknologiaren gaineko ohar etikoak

### 48J.- Nanopartikulak eta eguzkiaren eraginetik babesteko kremak

Krema askotan erabiltzen dira nanopartikulak, eta oso egokiak dira krema horiek irradiazioa –irradiazio ultramorea nagusiki– zurgatzeko. Partikulen tamaina dela-eta, oso erraz zabaltzen da krema eta dirua aurrezten da kantitate txikiagoa erabiltzen baita. Ohiko eguzkitako kremak zuriak dira; nanokremak, aldiz, koloregabeak. Arrakasta handia izan dute nanopartikulek, eta 300 eguzkitako krema baino gehiagotan erabiltzen dira dagoeneko. Titanio oxidoa dute krema horiek, eta segurua da sustantzia hori larruazalerako. Ezaugarri hori kontuan hartuta, titanio oxidozko nanopartikulak ere seguruak direla eman dute konpainia farmazeutikoek, eta laborategian froga osagarriak ez egitea erabaki dute.

Uste denez, errazago sartuko dira nanopartikulak larruazalean zehar eta oztopo gutxiago izango dute giza gorputzean mugitzeko. Zenbait zientzialariren iritziz, ondorio toxikoak eragin ditzakete nanopartikulek zenbait zelularen gainean; nagusiki, larruazala, hezurak, burmuina eta gibela kalte ditzaketela diote.

- Testuaren arabera, ohiko tamainako partikulak baino errazago sartuko dira nanopartikulak larruazalean zehar eta oztopo gutxiago izango dute giza gorputzean mugitzeko. Zergatik gerta daiteke hori?
- Beharrezkoa izango litzateke laborategiko ikerkuntza gehiago eguzkitako kremak direla-eta? Azal ezazu zure erantzuna.
- Zure ustez, zergatik ez dute konpainia farmazeutikoek froga gehiagorik egin nahi?

### 49J.- Seguruak al dira sakelako telefonoak?

Uneotako ebidentzia zientifikoaren arabera, sakelako telefonoaren mikrouhin-irradiazioak ez omen du osasun-kalterik eragiten. Baina goizegi da agian aurrekoa seguritatearekin baieztatzeko. Gainera, denbora luzea igaro behar da batzuetan osasun-arazoak garatu arte.

Arrisku handiagoa izan dezakete zenbait pertsonak faktore genetikoak direla eta. Zaurgarriagoak izan daitezke umeak, nerbio-sistema guztiz garatu gabe baitaukate, energia gehiago xurga baitezakete buruko ehunek eta eragin-denbora luzeagoa jasango baitute.

Informazio zabalagoa eduki arte, zentzuzkoa dirudi sakelako telefonoa neurritz erabiltzeak irradiazioaren eragin-denbora gutxitzeko. Adibidez, dei gutxiago eta laburragoak egin ditzakegu helburu hori lortzeko.

Zuhurtzia-printzipioari jarraituz, 16 urtetik beherako neska-mutilek sakelako telefonoa erruz ez erabiltzea aholkatu beharko genuke; gainera, guztiz kontrolatu beharko genuke egoera eta 8 urtetik beherako umeek sakelako telefonoa inoiz ez erabiltzea ziurtatu beharko genuke.

Zenbait kasutan, oso denbora luzea igaro behar da osasun-arazoak agertu arte. Adibidez, ordu asko babesik gabe eman ditzake pertsona batek eguzkitan eta, hala ere, urte asko igaro larruazaleko minbizia garatu arte –garatzen baldin badu, noski–. Gaur egun, inork ez daki epe luzeko ondoriorik izango ote duten sakelako telefonoek.

#### Galderak

1.- Zer ote da “zuhurtzia-printzipioa”?

2.- Hau esan du lagun batek: “Ez dut genetikoki eraldatutako jakirik hartuko harik eta seguruak –kaltegabeak– direla frogatu arte”. Geroago, hau gaineratu du: “Sakelako telefonoa erabiltzen



jarraituko dut harik eta segurua ez dela –kaltegarria dela– frogatu arte”. Azter itzazu lagun horren bi baieztapenak eta esan ezazu zer dagoen txarto haietako bakoitzean.

3.- Zure menpe dago sakelako telefonoa erabiltzea edo ez erabiltzea. Aldiz, gehienetan ezin duzu aukeratu telefono-antena batetik hurbil biziko zaren ala ez. Zure ustez, zer arrisku dago azken egoera horrekin lotuta? Legediaren bat betetzen al dute antena horiek? Seguruak direla uste al duzu? Askotan, albiste izaten dira telefono-antena horien eragin kaltegarriak. Bila ezazu informazioa gai horren gainean. Azter ezazu informazio hori: iturria, emandako datuak, ebidentzia zientifikoa...

4.- Nola antolatuko zenuke ikerketa bat sakelako telefonoak seguruak ote diren jakiteko. Zer faktore (aldagai) aztertuko zenituzke? Zure ustez, zer emaitza lortuko lirateke? Zer ondorio aterako zenuke?

5.- Telefono-antena bat instalatu nahi dute zure etxetik hurbil. Oso populazio handia dauka zure auzoak eta kezka zabaldu da auzokideen artean instalazio hori segurua ote den ez dakitelako. Auzo-elkartearen bozeramailea zarela, idatz iezaiozu eskutitz bat zure udalerriko ingurumen- eta osasun-zinegotziari ahalik eta argibide gehien eman dezala eskatzeko.

## 50J.- Zientzia zibilizazioa salbatzeko

Artikulu hau argitaratu dute zientzia-dibulgazioko aldizakari batean:

Ozeanoetan burdinazko nanopartikulak sakabanatzea izan daiteke alternatiba bat atmosferako karbono dioxidoaren kontzentrazioa gutxitzeko. Itsaso-planktona haztea lagunduko luke horrek, eta ozeanoek atmosferako karbono dioxidoa zurgatzeko duten ahalmena handituko litzateke.

Galderak:

1.- Zure ustez, beharrezkoa al da neurriren bat hartzea atmosferako karbono dioxidoaren kantitatea gutxitzeko? Zergatik?

2.- Kontuan hartu beharko luke jendeak dibulgazio-aldizkari horretan emandakoa bezalalako proposamenik eta gobernuei eskatu abian jartzeko? Zergatik?

## 7.- Azken jarduera

### 51J.- Ideiak batzea

ZER IKASI DUZU NANOZIENTZIAREN ETA NANOTEKNOLOGIAREN GAINEAN?

### 52J.- Lana (txostena) egiteko proposamena

Aukera ezazu gai bat unitate didaktiko honetako azken lana egiteko –hainbat jardueratan jorratutako gaiak har ditzakezu: kutsadura, osasuna, energia...–

Gida hau jarrai dezakezue lana sistematikoki egiteko:

- Zer erabilera ditu aukeratutako produktuak?
- Zer propietate fisiko eta kimiko ditu?
- Nola aldatzen dira produktuaren propietateak makro eta nano eskaletan? Zergatik gertatzen dira diferentzia horiek?
- Zure ustez, zer garrantzi izan dezake produktu horrek etorkizunean?

Bila ezazu informazioa Interneten eta eman ezazu testu eta irudi guztien erreferentzia.

Hiperbinkuloak (bideoak, grafikoak, taulak eta abar) dituen aurkezpena egin dezakezu.